

A

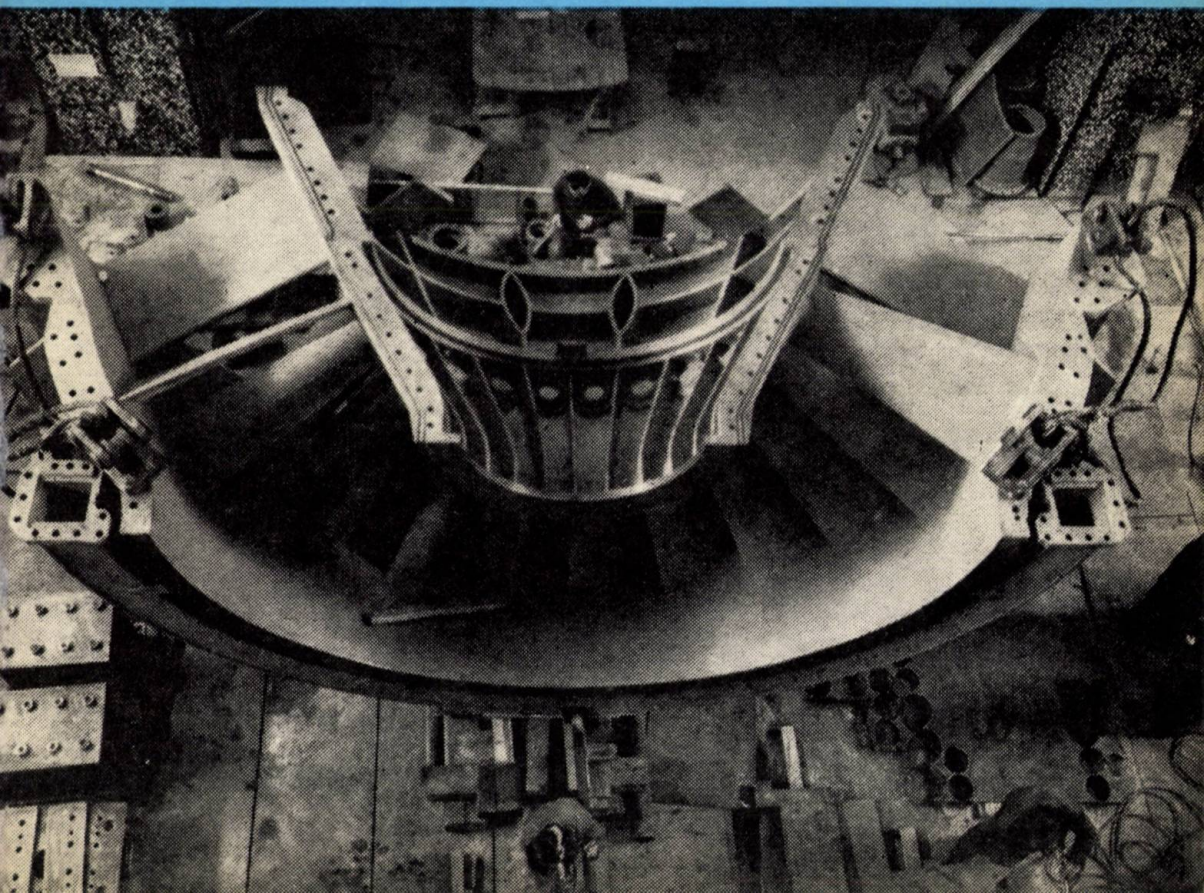
1

1975

XIV. évf.

FIZIKA TANÍTÁSA

Az Oktatási Minisztérium módszertani folyóirata



A FIZIKA TANÍTÁSA

AZ OKTATÁSI MINISZTERIUM
MÓDSZERTANI FOLYOIRATA

SZERKESZTŐ:
DR. VARGA LAJOS

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG:
BELLAY LÁSZLÓ, GERGELY
PÉTER, DR. KEDVES FERENC,
KOVÁCS LÓRÁNT, KUGLER
SÁNDORNÉ, NYILAS DEZSŐ,
PÁHÁN ISTVÁN, VIDO IMRE,
DR. WIEDEMANN LÁSZLÓ

Megjelenik évente hatszor

Szerkesztőség: 1071 Budapest VII.,
Gorkij fasor 17—21. OPI Fizika Tanszék.
— Telefon: 228-203, 228-238, 228-609,
228-823, 145 mellék. — Kiadja a Tan-
könyvkiadó, 1055 Budapest V., Szalay
utca 10—14. — A kiadásért felelős
a Tankönyvkiadó igazgatója. — Ter-
jeszti a Magyar Posta. — Előfizethető
bármely postahivatalnál, a kézbesítők-
nél, a Posta hírlapüzletében és a
Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI
Budapest V., József nádor tér 1.,
postacím: 1900 Budapest) közvetlenül,
vagy postautalványon, valamint átuta-
lással a KHI 215—96 162 pénzforgalmi
jelzőszámra. Előfizetési díj egy évre:
14,40 Ft

75. 1., 3843 - Révai Nyomda, Budapest.
F. v.: Póváry Jenő.

Szerkesztői üzenet:

Kérjük a Kartársakat, hogy
közlésre szánt cikkeiket gé-
pelve, két példányban küld-
jék meg a szerkesztőség
fenti címére. — A papírlap-
nak csak egyik oldalára,
kettes sortávolsággal írja-
nak. Egy-egy oldalra 30 sort
gépéljenek. A sor hossza 66
betűhely. A cikkek terje-
delme legfeljebb 6—8 gé-
pelt oldal lehet. A rajzokat,
táblázatokat külön lapon,
megfelelő ábraszöveggel
(aláírással) ellátva küld-
jék be.

Címlapon: A kiskörei erőmű négyes
turbínájának háza

TARTALOM

Hazánk felszabadulásának 30. évfordulójára ...	1
Dr. Makranczy Béla: A fizikai fogalmak alakulá- sának vizsgálata	2
Dr. Varga Lajos—Zátonyi Sándor: Az általános iskolai témazáró feladatlapokkal végzett vizsgálat eredményei, III. rész	9
Gergely Péter: Az általános iskolai komplex gya- korlati szeminárium tapasztalatai Pest me- gyében	10
Körtvélyesi János: A feleletválasztásos feladatok alkalmazása a fizika tanításban	13
Dr. Kovács László: A regionális tanulmányi ver- senyek szerepe a tehetséges tanulók képessé- geinek fejlesztésében.	17
Gyóri Antal: Egyszerű elektronkapcsoló TAN- ÉRT-eszközökhöz	24
Ötletsarok (Finta András, Hajdú István, László Péterné)	28
Könyvismertetés (Dr. Rubóczy István Z. S.) ..	32

СОДЕРЖАНИЕ

Тридцатилетие освобождения нашей Родины Д-р Села Макранци: Обследование формиро- вания физических понятий	2
Д-р Лайош Варга—Шандор Затони: Резуль- таты обследований с помощью тестовых за- дач в восьмилетней школе, часть III	9
Петер Гергей: Опыт комплексного практиче- ского семинара для учителей восьмилетних школ в области Пешт	10
Янош Кёртвельеши: Применение выборочных задач в обучении физике	13
Д-р Ласло Ковач: Роль региональных школь- ных олимпиад в развитии способностей та- лантливых учеников (опыт олимпиады по физике имени Земплена в г. Надьканижа) ..	17
Антал Дьери: Простой электронный выключа- тель к средствам обучения TANEPT-a ..	24
Затейный уголок (Андрас Финта, Иштван Хайду, Петерне Латло)	28
Новые книги (д-р Иштван Рубоци, III. 3.) ..	32

INHALT

Zum 30. Jahrestag der Befreiung Ungerns	1
Dr. Béla Makranczy: Untersuchung über die Entwicklung physikalischer Begriffe	2
Dr. Lajos Varga—Sándor Zátonyi: Ergebnisse mit den Themen-Abschluss-Tests in der All- gemeinen Schule (Teil III.)	9
Péter Gergely: Erfahrungen mit Fortbildungs- kursen im Komitat Pest	10
János Körtvélyesi: Anwendung von Antwort- Wahl-Aufgaben im Physikunterricht	13
Dr. László Kovács: Die Bedeutung regionaler Wettbewerbe in Entwicklung der Fähigkeiten der Schüler	17
Antal Gyóri: Einfacher Elektronenschalter zu den Apparaten der Lehrmittelfirma TAN- ÉRT	24
Praktische Winke (András Finta, István Hajdú, Frau Péter László)	28
Bücherbesprechung (Dr. István Rubóczy Z. S.) ..	32



Hazánk felszabadulásának 30. évfordulójára

A felszabadulás óta eltelt 30 esztendő alapvető változásokat hozott társadalmi, gazdasági, kulturális téren egyaránt. Nagy változás következett be közoktatásunk célkitűzésében, feladataiban, szervezeti felépítésében is.

Az általános iskola megalkotása lehetővé tette a tankötelezettség 14 éves korig való kiterjesztését. Sorra létesültek a 8 osztályos iskolák olyan településeken is, ahonnan korábban messze városokba kellett mennie annak, aki az „elemi” ismereteknél többet akart elsajátítani, aki sorsának jobbra fordítása reményében tovább akart tanulni. Szélesre tárultak a középiskolák kapui is. A megváltozott gazdasági, társadalmi lehetőségek és igények növekedése következtében olyan fiatalok is elvégezhatték a középiskolát, akik korábban nem is gondolhattak volna a továbbtanulásra. Régi, nagy hagyományú és újonnan létesített egyetemeinken, főiskoláinkon a leendő szakemberek ezrei ismerkednek a tudományok legújabb eredményeivel.

Iskoláinkban ma olyan szellemben kívánjuk nevelni fiataljainkat, hogy képesek legyenek eredményesen munkálkodni társadalmi célkitűzéseink megvalósításán; tiszteljék, becsüljék a munkát, a dolgozó embert; szeressék hazájukat, más országok népeit. A korszerű műveltségen belül biztosítani kívánjuk az emberi kultúra örökségének, értékeinek megismerését, ezek megőrzésére, továbbfejlesztésére, gyarapítására való szándék és képesség kifejlesztését, a természet-tudományos ismeretek és gondolkodásmód elsajátítását.

E célkitűzések megvalósítását szolgálta többek között a felszabadulás óta eltelt 30 év alatt az is, hogy — más természettudományos tantárgyak mellett — a fizika tanítása egyre fontosabb helyet töltött be az egymást követő tantervekben és azok megvalósításában. Ez a tény az óraszám-növekedés mellett nyomon követhető a tartalmi, módszertani korszerűsítésen és a személyi, tárgyi feltételek fokozatos javulásán egyaránt.

Amikor a fizika tantervi anyagának feldolgozásakor, azzal összefüggésben hazánk nagy létesítményeiről, tudósaink, kutatóink, mérnökeink, dolgozóink kiváló eredményeiről, alkotásairól beszélünk, emlékeztessünk arra is, hogy az elmúlt időszak nagyszerű eredményeinek elérését a 30 évvel ezelőtti felszabadulás, a népünkben rejlő tehetség, akarat, szorgalom szabad érvényesülése tette lehetővé.

A fizikai fogalmak alakulásának vizsgálata

1. Szempontok

A fogalmat a fogalmi jegyek összessége reprezentálja. Minden egyes fogalmi jegy az agy analizáló-szintetizáló tevékenységének eredménye a megismerési folyamatban. Maga a megismerési folyamat, ha az nem szándékos, időben messze elhúzódhat, s a tárgyakra, jelenségekre vonatkozó fogalmi jegyek „lassanként” gyűlnek. A mindennapi élet fogalmainak legtöbbje csak kevés számú fogalmi jegyet tartalmaz, és ezek gyakran nem is tükrözik helyesen a valóságot. Ezek a „durva fogalmak”, és pontosításukra a legtöbb embernek nincs is szüksége. Az egyén gyakorlati tevékenysége viszont megköveteli a munkája körébe eső fogalmak ismertetőjegyeinek további gyarapítását. Így alakulnak ki „a köznapi” fogalmak. Az észlelés, tapasztalás, tanulás során az ismertetőjegyek száma növekszik, a fogalom bővül, szélesedik, és kialakul a „részletes” fogalom, további finomításokkal a „tudományos” fogalom.

Ezen a mennyiségi-minőségi felosztáson kívül más szempontú felosztás is lehetséges. Az oktatási folyamat eredményességének elbírálása és a célravezető módszerek kidolgozása szempontjából a vizsgálatokban célszerűnek mutatkozott a fogalmat reprezentáló fogalmi jegyek egy olyan csoportosítása, amely azokat az asszociációk formái és az emlékezetben történő rögzítés típusai szerint fogja egybe.

A fizikai fogalmak ismertetőjegyei lényegében „információk”, de nem egyszerű választásos (igen-nem ; bit), hanem kapcsolatokkal, ún. asszociációkkal bőven átszőtt és megerősített információk.

Asszociációk szempontjából a legszegényebbek a pusztán a mechanikus memóriára támaszkodó „formális” fogalmi jegyek, amelyek mintegy egymástól függetlenül, önmagukban léteznek az emlékezetben, asszociációtartalmuk alig van.

A „vizuális” memóriára támaszkodó fogalmi jegyek jóval tágabb skálát mutatnak. Lehetnek érdeklődés és megértés nélküli pusztá szemlélődés eredményei, amelyek ideig-óráig elraktározódnak az emlékezetben, és lehetnek az érdeklődéssel teli „eleven” szemlélet termékei, amelyek már a megismerési folyamat során spontán (még nem átgondolt) asszociációkkal telítődnek. Rendkívüli szerepe van itt a probléma felvetésének, az érdeklődés felkeltésének, az „értelmes” kísérletnek és a tanuló kísérletező aktivitásának. Ez azonban már átvezet a fogalmi jegyek harmadik csoportjához.

A logikai fogalmi jegyek kialakulása az előzőktől eltérően nem közvetlen ingerek hatására jön létre, hanem a gondolkodás műveleteinek és asszociációs folyamatainak eredménye. Egy részük már az oktatási folyamat alatt kialakul (legtöbbször a tanári tevékenység eredményeképpen), más részük kialakulásához intenzív gondolati műveletek, személyes tapasztalat szükséges (tanulói kísérlet), és az asszociációs kapcsolatok bővülésével-tágulásával járnak. Végül a finomabb differenciákat érzékeltető (variáns) fogalmi jegyek többségükben a gyakorlat során alakulnak ki. A fogalom legfejlettebb szintjét az egyén az oktatási és a tudományos munkában éri el.

A sokoldalú gyakorlat során a fogalom rutinszerű használatában a gondolkodási tevékenység automatizálódik, egyre csökken, sőt teljesen kikapcsolható. A fogalom alkotó, „teljesítőképes” alkalmazásához viszont az asszociációs kapcsolatok egésze is szükség lehet, sőt a gondolkodási tevékenység célja éppen új asszociációs kapcsolatok létesítése és megerősítése.

Itt szeretnénk kiemelni, hogy a fogalmak nem önmagukban létező realitások, azok az emberi agy termékei, és „csak tükrözik” a valóságot. Ezért a valóság tárgyai és jelenségei közötti számtalan kapcsolat közül az egyén a személyes észlelés, tapasztalás, élmények alapján csak egyes kapcsolatokat ragad meg, és azokon keresztül közelíti meg a fogalom tartalmát. Ilyen módon a fogalmi jegyek számáról vagy típusáról csak az egyén vonatkozásában beszélhetünk. De beszélhetünk fogalmi jegyekről úgy is, hogy azt az oktatási folyamat eredményének tekintjük, és ebben az oktatási folyamatban biztosítjuk a tanuló számára a megismerés során mindazon kapcsolatok megszerzésének a lehetőségét, amelyek az elsajátítandó fogalom tartalmát olyan mértékben

közelítik meg azon a fokon, hogy annak alapján az oktatásban részt vevő sikeres gyakorlati tevékenységet folytathat. Ilyen értelemben — a teljes oktatási folyamat mozzanatainak ismeretében — meghatározhatjuk a tárgyalt fogalom ismertetőjegyeinek optimálisan elérendő számát és típusait. Ez a lehetőség azért rendkívül fontos, mert módját adja a fogalom kialakulása és az oktatási folyamat tervezésének.

A fizikai fogalmak többsége jelenséggel, történéssel kapcsolatos fogalom. A jelenség okainak, a jelenségre gyakorolt hatásuknak ismerete elegendő ahhoz, hogy egyéb tulajdonságaira, fogalmi jegyeire következtessünk. Ezért a legtöbb fizikai fogalomnál léteznek „lényeges” fogalmi jegyek, amelyek ismerete nélkül a fogalom hiányos, és gyakorlati alkalmazásaiban zavarok jelentkeznek, és „kiegészítő” fogalmi jegyek, amelyek a lényeges fogalmi jegyekből következnek ugyan, de ismeretük növeli a gyakorlati alkalmazások lehetőségeit, fokozza a megoldás gyorsaságát és a problémalátás élességét. A kiegészítő fogalmi jegyek egy része éppen a gyakorlás során alakul ki. A kiegészítő jegyek rutinszerű alkalmazásokban automatizálódhatnak, és sokszor helyettesítik, sőt el is mossák a lényeges fogalmi jegyeket.

A fizikai fogalmaknak nemcsak kialakulásában van szerepe a jelenségnek, történésnek, de alkalmazásaikban is. Az alkalmazás során, problémák megoldásában a gondolati-logikai műveletekből gyakran váltunk át szemléletes formába, és sokszor a megoldás kulcsát éppen az adja, hogy a várható történést élénken elképzeljük. Ez természetesen tételezi fel a szemléletességet a fogalmak kialakulásában is. A verbális fogalmak, a formális ismeretek a problémamegoldásokban általában használhatatlanok.

2. Célkitűzés

Módszert dolgoztunk ki, és felméréseket végeztünk a fizikai fogalmaknak a főiskolai képzés során való alakulása vizsgálatára [1]. Nem célunk most ennek leírása részleteiben, inkább arra törekszünk, hogy az ott alkalmazott módszer vázának ismertetésével érdeklődést keltsünk olyan egyszerűbb forma kidolgozása iránt, amely az általános és középiskolában is alkalmazható a fizikai fogalmak alakulásának vizsgálatára. Nem kell hangsúlyozni ilyen vizsgálatok lefolytatásának jelentőségét különösen néhány kritikus fizikai fogalomra vonatkozóan. Az ilyen vizsgálatok eredményéből levonható következtetések segítik a pedagógust az adott esetben az optimális módszer keresésében és az oktatási folyamat tervezésében.

A vizsgálatokat célszerű volt három fogalmijegy-típusra bontva elvégezni. Ehhez összeállítottuk a vizsgált fogalomnak azokat a fogalmi jegyeit, amelyeket a vizsgálatban résztvevő hallgatóknak (tanulóknak) az előző és a most folyó tanulmányaik alapján a tantervi követelmények teljesülése esetén el kell érnie, és amelyek a sikeres gyakorlati tevékenység szempontjából általában szükségesek. A fogalmi jegyek száma fogalmanként 10–20 körül mozgott. Ezeket három csoportba osztottuk. A *vizuális* fogalmi jegyek csoportjába soroltuk azokat a fogalmi jegyeket, amelyekhez elsődlegesen látási, vizuális ingerek útján jutnak a tanulók, illetve amelyeket a kísérleti eszközökkel végzett manipulációk során eseményszerűen szereznek, és amelyek vizuálisan, a lényeg megértése nélkül is megjegyezhetők (pl. egy mágnes mozgatása a tekercsben, erővonalábrák a mágneses térben). *Formális* fogalmi jegyek közé kerültek azok a fogalmi jegyek, amelyek a mechanikus emlékezet segítségével rögzíthetők (pl. képletek, definíciók), és amelyek további indokolása a tanuló válaszában általában hiányzik, csak mechanikus rekonstruálására képes. A *logikai* fogalmi jegyek csoportját azok a fogalmi jegyek alkotják, amelyekhez — a tények

ismeretében — gondolati műveletekkel jutunk, amelyek megállapításaink indoklására szolgálnak vagy azokból következnek.

Ezeket a csoportokon belül is minden vizsgált fogalomnál kiemelhetők a *lényeges* fogalmi jegyek, amelyek részleges hiánya is torzulást okoz a fogalom használatában, hibákat az alkalmazásokban.

A vizsgálatoknak elsősorban azt kellett tisztázni, milyen *induló szintre* lehet számítani az oktatásban a fontos fizikai fogalmak ismeretében, mennyire sikerül ezt bővíteni az oktatás során, és mennyire tartósak ezek az ismeretek. A felmérések adatainak feldolgozásából választ tudtunk adni a következő kérdésekre:

1. Milyen mértékben számíthatunk a tanulók magukkal hozott fizikai ismereteire?
2. Az elsajátítás mértéke és tartóssága szempontjából van-e különbség a fogalmi jegyeknek a memóriatípusok szerinti olyan osztályozásánál, amelyet a vizsgálatokban bevezettünk?
3. Mennyiben bővíti a fogalmi jegyek skáláját a főiskolai fizikaoktatás?
4. Mennyiben tartósak ezek az ismeretek?
5. Mennyiben „teljesítőképesek” az elsajátított fogalmak?

3. *Módszer. Lefolytatás*

Minden vizsgált fogalomra vonatkozóan három felmérést végeztünk. Az elsőt (E) 1—2 héttel az anyagrész tárgyalása előtt az induló szint megállapítására; annak megvizsgálására, hogy mennyi és milyen fogalmi jegyekre emlékeznek előző tanulmányaikból a hallgatók. A másodikat közvetlenül az óra megtartása után (U) és a harmadik felmérést az anyag tárgyalása után négy héttel, illetve ha közben ellenőrző dolgozat volt az anyagrészből, akkor ez után négy héttel később (K) történt az utólagos felmérés.

A felmérések kérdései között voltak direkt (rákérdező) kérdések és indirekt kérdések, amelyekre adott válaszokból, illetve feladatok megoldásából, problémák eldöntéséből lehetett a fogalmi jegy ismeretére, elsajátítására következtetni. A kérdésekre adott helyes válaszok összességében minden fogalmi jegy előfordult. Szerepeltek esetenként kontroll kérdések is, amelyek ugyanannak a fogalmi jegynek az ismeretét tételezték fel, és az egyező értelmű válaszok jelentették a fogalmi jegy elsajátításának megerősítését. Eltérő értelmű válaszok a véletlen találgatást jelezték.

A felmérések kérdései többféle típusúak voltak aszerint, hogy a vizsgált fogalmi jegy milyen természetű.

A felmérésekben alkalmaztunk:

- a) elméleti, rákérdező jellegű,
- b) elméleti, választásos jellegű,
- c) elméleti, logikai jellegű (levezetés, indoklás),
- d) kísérleti (kísérlet leírása),
- e) rajzos (kapcsolási rajz, szemléltetés rajzban),
- f) feladat jellegű kérdéseket.

A kérdésekre általában szöveges feleletet kellett adni (indokolással), közöttük csak kevés számban szerepeltek feleletválasztásos típusúak, hogy a találgatás, illetve az ismerősség minél kevésbé befolyásolja a válaszokat. Az egymás mellett ülők közötti információcserét azáltal is igyekeztünk kiküszöbölni, hogy lehetőség szerint más feladatokon dolgoztak.

4. A vizsgálatok eredményeiből levonható néhány következtetés

A felmérések során a hallgatók által adott válaszokból több ezer fogalmi jegy ismeretét, illetve hiányát kellett megállapítani. Ezek összesítését és a felmérés egyéb jellemzőit célszerűen táblázatban foglaltuk össze. A könnyebb összehasonlítás kedvéért a talált fogalmi jegyek számát az illető csoportban maximálisan elérhető fogalmi jegyek számának százalékában adtuk meg. A táblázat egyik oszlopában tüntettük fel a kérdéses fogalomnak a főiskolai oktatás során elérhető vizuális, formális, logikai és összes fogalmi jegyeinek számát. Ezt megszorozva a felmérésben részt vevő hallgatók számával, kaptuk az illető csoportban a fogalmi jegyeknek azt az elérhető maximális számát (mindenki mindent tud), amihez a ténylegesen talált fogalmi jegyeket viszonyítottuk (átlagos százalékos fogalmijegy-készlet).

A fogalom kialakulásának *hatékonyságát* (H) mint az óra utáni felmérésekben megállapított átlagos százalékos fogalmijegy-készlet és az előzetes felmérések szerint már meglevő átlagos százalékos fogalmijegy-készlet különbségét definiáltuk. A hatékonyság megadja, hogy a fogalom tervezett összes fogalmi-jegyeinek hány százalékával gyarapodott a fogalom főiskolai oktatása során átlagosan egy-egy hallgató.

Az ismeretek tartosságának jellemzésére a *rögzítési* arány (R) fogalmát vezettük be. Ez megadja, hogy az óra után közvetlenül megállapított fogalmijegy-készletnek átlagosan hány százaléka marad meg négy héttel az óra megtartása után. Ha közben a vizsgált fogalmat is tartalmazó ellenőrző dolgozat volt, az utólagos felmérést ezután 4 héttel végeztük, és a rögzítési arány ennek adatait fejezi ki.

A felejtés mértékének távolabbi, 4 hétnél hosszabb időközökben való megállapítása kíváncsú lett volna, de ezt — több más ok mellett — a felmérések elviselhetetlenül nagy száma gátolta és az a körülmény, hogy a vizsgált fogalmak többségénél ez már a félévből kifutott volna, illetve a közbejött vizsgák miatt az összehasonlítás realitása szenvedett volna csorbát.

Egyébként a felejtési görbe kezdeti esése más mérések szerint (2. ; 80. old.) az első hónap után jelentősen lassul, és a csökkenés további 6 hónap alatt kb. azonos értékű, mint az első hónapban. A lényeges csökkenés éppen az első hónapban következik be.

A táblázat egy másik oszlopában az előzetes, óra utáni, és 4 héttel későbbi felmérések során talált fogalmi jegyek százalékos arányát tüntettük fel a fogalmijegy-típusok szerinti bontásban: vizuális (V), formális (F), logikai (L) és összesen is (Ö).

A táblázat egy külön oszlopa a *lényeges* fogalmi jegyekre kapott mérési eredményeket tartalmazta.

A mérési eredmények táblázatos összesítését itt nem részletezzük, de érdemes néhány ezekből következő megállapítást megemlíteni. A hivatkozott mérési adatok a főiskolai képzésben résztvevő hallgatóinknál végzett felmérések eredményei, de úgy gondoljuk, hogy éppen az itt közölt vonatkozásokban iskola-típustól független megállapításokat engednek meg.

4.1 Megnéztük az oktatási folyamatban a „lényeges” fogalmi jegyek elsajátítását az összes fogalmi jegyhez viszonyítva. Képeztük a megvizsgált fogalmak mérési eredményeinek átlagát mindkét kategóriában. Ezek szerint:

a) Az összes fogalmi jegyeknek

<i>E</i>	<i>U</i>	<i>K</i>
átlaga: 19,5%	59,9%	50,2%
Hatékonyság: 40,4%		
Rögzítési arány: 85,7%		

b) A lényeges fogalmi jegyeknek

<i>E</i>	<i>U</i>	<i>K</i>
átlaga: 21,7%	61,9%	55,3%
Hatékonyság: 40,2%		
Rögzítési arány: 89,3%		

E az előzetes, U az óra utáni, K a 4 héttel későbbi felmérések eredményeinek átlaga. A százalékos arány mindkét esetben a maximálisan elérhető fogalmi jegyek számához viszonyított értéket jelöli.

Mint az előzőekben említettük a „lényeges” fogalmi jegyeken azokat a fogalmi jegyeket értjük, amelyek az illető fogalom legszembetűnőbb, legfontosabb tulajdonságait tükrözik. A többi fogalmi jegy ezekből általában logikusan következik, és ismeretük csak a megoldás gyorsaságát, a problémalátás élességét fokozza, illetve hozzájárul a fogalom teljesebbé tételéhez, gyors és részletes felfogásához.

Az átlageredmények azt mutatják, hogy sem az oktatás átlagos hatékonyságában, sem a rögzítés átlagos tartósságában ugyanazon évfolyamra vonatkozó vizsgálatok esetén a lényeges fogalmi jegyek, illetve a képzés során elsajátítandó összes fogalmi jegyek között nincs számottevő különbség. Érdemes ezért az oktatási órákon a jóval kisebb számú lényeges fogalmi jegyre koncentrálni, a gyakorlásra és a gyakorlatra bízva a fogalmak „finomítását” és „érését”. Az órákon a lényeg megláttatása a legfontosabb mozzanat a fogalmak helyes kialakításában.

Elég jónak mutatkozik az oktatás hatékonysága. Az eredmények azt mutatják, hogy az oktatási órán a hallgatók *átlagosan* szert tesznek a fogalom maximális fogalmi jegy-készletének kb. 40%-ára, és ezzel megszerzik átlagosan a fogalom elérendő fogalmijegy-készletének kb. 60%-át. Egyes hallgatók szinte minden fogalmi jegyet elsajátítanak már az órán, mások kevesebbet.

A „fogalmi jegy” alatt a vizsgálatokban nemcsak a fogalom egyetlen ismertetőjegyét értettük, hanem olyan részismeretek összességét is, amelyek az oktatás során általában egy összefüggő gondolati műveletsorozat eredménye. Kényszerít erre az összefogásra az a tény, hogy egy fogalom ismertetőjegyeinek száma a kapcsolatok sokfélesége miatt igen nagy számú lehet még akkor is, ha a fogalom ismeretében csak az oktatás során felmerülő kapcsolatokat tartjuk számon. Tehát fogalmi jegy pl. az, hogy a kapocsfeszültség a terhelt áramforrás sarkai között mérhető feszültség, de fogalmi jegy az $U_k = U_e - I \cdot R_b$ is (formális fogalmi jegy) és (logikai) fogalmi jegy ennek indokolása.

Jónak mondható az oktatás tartóssága is, hiszen az órán megszerzett fogalmi jegy-készletnek az oktatási óra után (illetve közbeeső ellenőrző dolgozat után) 4 héttel még kb. 85%-ával rendelkeznek a hallgatók. Meg kell jegyeznünk itt azt is, hogy az egyes hallgatók által az órán elsajátított fogalmijegy-készletben bizonyos „mozgás” figyelhető meg az utólagos felmérésekben. Egyes, már elsajátított fogalmi jegyek elfelejtődnek, de a 4 héttel később tartott felméréseknél olyan fogalmi jegyek megléte is megállapítható, amelyek az óra utáni felmérésben nem szerepeltek. Ebben bizonyára nagy szerepe van a megismert fogalom további felhasználásának a következő órákon és a fogalom alkalmazásának a feladatok megoldásában.

4.2 Érdekesnek ígérkezett a fogalmijegy-típusok szerepét megvizsgálni a fogalomalkotás folyamatában és az ismeretek tartósságában. Ebből a célból külön-külön csoportosítottuk az összes vizsgált fogalomnak vizuális, formális és logikai fogalmi jegyeit az előzetes (E), az óra utáni (U) és a 4 héttel későbbi (K) felmérési eredmények szerint. Ezekből a fogalmi jegyek átlagos százalékos aránya típusaik szerint:

	a) Vizuális			b) Formális			c) Logikai		
	E	U	K	E	U	K	E	U	K
Átlag	28,2	64,3	58,2	16,4	62,3	53,3	14,2	54,2	40,8%
Hatékonyság		36,1%			45,9%			40%	
Rögzítési arány		90,6%			85,5%			75,3%	

Az eredmények szerint a hallgatóknak a középiskolából megőrzött fogalmi jegyei közül a vizuális jegyek dominálnak. Úgy látszik, hogy a hosszú idejű emlékezetben a főleg vizuális úton szerzett ismeretek a legtartósabbak. Rang-sorban a mechanikus memóriára támaszkodó formális fogalmi jegyek következnek. A logikai fogalmi jegyekben a legnagyobb a veszteség.

Az órán szerzett ismeretek mennyiségére jellemző adat a „hatékonyság”, amely közvetlenül az „óra után” és az „előzetesen” tartott felmérések adatai százalékos arányának különbsége. Ez jellemző a rövid idejű emlékezetre. Bár a hatékonyságban a memóriatípusok adatai között nincs kiugró különbség, és az 40% körül mozog, mégis a mechanikus memória részaránya a legmagasabb (46%) még a főiskolai oktatásban is.

Az ismeretek tartósságát egy közepes időtartamon belül (4 hét) a rögzítési arány fejezi ki. A vizsgálatok adatai szerint ebben is a vizuális fogalmi jegyeké a vezető szerep (90,6%), utána a mechanikus memóriát tükröző formális fogalmi jegyek következnek (85,5%) a logikai memóriára jellemző adat a legkisebb (75,3%).

Mindenesetre érdekes, ha nem is meglepő, a vizuális memória jelentős szerepe még a főiskolai oktatásban is, és megerősíti az audiovizuális eszközök használatának és a korszerű szemléltetésnek tulajdonított fontos szerepet az ismeretszerzésben. A bevezető részben már rámutattunk az oktatás szemléletességének szükségességére mint a gondolataiból a szemléletesre átváltási képesség fejlesztésének feltételére. A mérések is megerősítik a történés, a jelenség elképzelésének fontosságát a fogalomalkotásban.

Nem hagyható figyelmen kívül a logikai fogalmi jegyek „hátrányos helyzete” az ismeretszerzésben a rövid idejű és a hosszú idejű emlékezésben. Ezek a számok a tapasztalati tényeket érzékeltetik, de mutatják azokat a nehézségeket is, amelyekkel közoktatásunknak még meg kell küzdenie. Pedagógusaink az eredmények gyorsabb elérése érdekében — és a kisebb ellenállás útját is követve — inkább készen adják az ismereteket; tanulóink, hallgatóink inkább megtanulják, mintsem „szerzik” az ismereteket, mert ez jelent kisebb tördést fáradságot és időt. A szemléleti és módszerbeli változást sürgeti mindez, annak az általános elfogadását, „hogy a tanulásból és nem az oktatásból kell kiindulni”.

4.3 A vizsgálatok célja nemcsak az volt, hogy a fizikai fogalmak kialakulásáról a főiskolai oktatás során számszerű adatokat szolgáltatasson, s képet adjon arról, mennyire szilárdak ezek az ismeretek. Cél volt az is, hogy megvizsgáljuk: vajon a megszerzett ismeretek csak a lexikális tudásban érvényesülnek, „üres” fogalmi jegyek-e vagy „teljesítőkéességük” problémák, feladatok megoldásában is megnyilvánul. Ezért a fogalmi jegyek elsajátítását regisztráló kérdések egy része olyan feladat volt, amelyeknek megoldása csak a vizsgált fogalmi jegy, illetve jegyek ismeretében és alkalmazásával volt lehetséges.

A mellékelt összesítés azokat a mérési adatokat tartalmazza, amelyeket a felmérésekben kaptunk a rákérdező jellegű és a feladat jellegű kérdésekre adott válaszok kiértékelése során. Az értékeléshez mindkét csoportból kb. egyenlő fogalmi jegyet választottunk.

	a) Rákérdező jellegű kérdés			b) Feladat jellegű kérdés		
	E	U	K	E	U	K
Összesen: 34 fogalmi jegy	114	492	412	33 fog. jegy	94	435
A vizsgált fogalmi jegy	586	816	829		680	758
maximális száma					811	

A talált fogalmi jegyek százalékban	19,5	60,3	50,3	13,8	57,3	49,3
A hatékonyság		40,8%			43,5%	
Rögzítési arány		83,5%			86,5%	

A mérések szerint mindkét kategóriában közel azonos eredmény adódott. Elég jónak mondható az oktatás hatékonysága a fogalmi jegyeknek ebben a csoportosításában is, hiszen a tervezett maximális fogalmijegy-készlet több mint negyven százalékára szert tesznek átlagosan a hallgatók az oktatási órán, s az elért átlagszint (60%) jó közepes átlageredménynek felel meg. A komplex oktatási folyamat alatt a rögzítési szint is megfelelő, hiszen az elsajátított fogalmi jegy-készletnek még 85%-ával rendelkeztek a hallgatók az anyag tárgyalása után 4 héttel.

Az oktatási órák többségében a hallgatók 2—3 fős csoportokban, az előadóval együtt kísérletezve vettek részt az előadásokon.

Az a tény, hogy a kétféle jellegű adatszerzés, a rákérdezés és a feladat jellegű kiértékelés számszerű értékei közel azonosak, azt mutatja, hogy a hallgatók fizikai fogalmai nem üres, lexikális fogalmak, hanem általában megértett és feladatok megoldásában felhasználható, teljesítőképesnek mutatkozott fogalmak.

Előfordult, hogy az anyag tárgyalása után 4 héttel később tartott felmérésnél (K) több fogalmi jegy meglétét regisztrálhattuk, mint közvetlenül az óra után. A gyarapodás a fogalomnak a tananyag további folyamatos tárgyalása során történt felhasználására, feladatok megoldásában való alkalmazására, illetve az eközben szerzett új és a megerősített régi ismeretekre vezethető vissza, mint arra már rámutattunk. Ez is igazolja, hogy a fogalmak kialakulása rendkívül komplex, és az időben messze elhúzódó folyamat, amelynek csak az alapjait formáljuk meg, mint új anyagot tárgyaló órán. A fogalom még tisztul, érik és teljesedik. Jelentős fokozat ebben a folyamatban az összefoglaló ismertetések és a vizsgák.

Megkíséreltük vázolni a fogalomalkotás és -megtartás folyamatát szem előtt tartva, hogy bennünket elsősorban és főként a fogalmak kialakulásának a tanulásban előforduló formációi, az elérendő fogalmi szintek és az ezekhez célszerűen vezető módszerek érdekelnek. A vizsgálatokat az ismeretelsajátítási folyamat dinamizmusában igyekeztünk végezni, a kiértékelésre hagyva a mérési eredmények különböző szempontú szeparálását.

A fogalmak alakulása minden oktatási szinten vizsgálható, és vizsgálata célszerű is. Számszerű képet kapunk így az alkalmazott módszerek helyességéről, az oktatási folyamat eredményességéről, a fogalmak kialakulásának folyamatáról és mértékéről. Megbizonyosodnunk erről azért is kíváncsok, mert a már kialakult fogalomrendszer az a bázis, amelyre az összes gondolkodási tevékenységek épülnek.

IRODALOM

1. *Makranczy Béla*: A fizikai fogalmak alakulása a főiskolai képzés során. (A Besenyei György Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei. V.) 5—30. old. 1973.
2. *Nagy Sándor*: Az oktatás elmélete. Tankönyvkiadó. Budapest. 1966.

Dr. Makranczy Béla
tanszékvezető főiskolai tanár
Nyíregyháza, Tanárképző Főiskola

Az általános iskolai témazáró feladatlapokkal végzett vizsgálat eredményei

III. rész

Az alábbiakban közöljük az 1972—73. tanévben végzett eredményvizsgálat adatainak harmadik, befejező részét. Az előző két rész A Fizika Tanítása 1974. évf. 4. és 5. számában jelent meg.

6. osztály

III. A fény tulajdonságai, optikai eszközök

A) feladatlap. Átlag: 60,1%.

1.	72,4%	6/b.	74,7%	13.	55,1%
2.	94,0%	7.	86,5%	14/a.	82,6%
3.	68,7%	8.	44,0%	14/b.	71,5%
4/a.	91,8%	9.	40,5%	15/a.	36,1%
4/b.	67,4%	10.	56,8%	15/b.	33,2%
5.	84,4%	11.	75,0%	15/c.	29,9%
6/a.	70,9%	12.	62,4%		

B) feladatlap. Átlag: 63,9%.

1.	85,1%	7/a.	77,1%	12.	75,1%
2.	75,8%	7/b.	59,5%	13.	68,9%
3.	82,7%	8.	60,3%	14/a.	65,9%
4.	71,7%	9.	67,3%	14/b.	60,5%
5/a.	82,5%	10.	61,1%	14/c.	46,2%
5/b.	63,3%	11.	66,1%	14/d.	31,8%
6.	59,3%				

7. osztály

V. Az energia. Az energia átalakulása, megmaradása

A) feladatlap. Átlag: 67,9%.

1.	94,0%	7/b.	79,9%	11/b.	32,8%
2.	86,5%	8.	75,0%	11/c.	34,2%
3.	88,6%	9/a.	56,5%	12/a.	71,9%
4.	69,0%	9/b.	64,5%	12/b.	72,1%
5.	75,6%	10/a.	74,2%	12/c.	67,5%
6.	65,8%	10/b.	70,0%	12/d.	64,3%
7/a.	78,4%	11/a.	46,0%	12/e.	60,0%

B) feladatlap. Átlag: 66,7%.

1.	84,0%	7/b.	76,7%	11/c.	34,6%
2.	58,0%	8.	81,4%	12/a.	68,6%
3.	87,5%	9/a, b.	—	12/b.	68,6%
4.	61,6%	10/a.	71,9%	12/c.	66,3%
5.	80,5%	10/b.	72,8%	12/d.	65,0%
6.	70,8%	11/a.	41,0%	12/e.	65,1%
7/a.	80,9%	11/b.	32,5%		

8. osztály

IV. Az elektromos áram mágneses hatása

1.	73,5%
2.	93,5%
3.	81,8%
4.	88,3%

5.	27,6%
6.	86,8%
7.	80,5%

A) feladatlap. Átlag: 80,8%.

8.	92,8%
9.	86,2%
10.	76,3%

1.	71,8%
2.	91,3%
3.	73,3%
4.	95,5%

5.	97,4%
6.	63,8%
7/a.	88,3%
7/b.	86,5%

B) feladatlap. Átlag: 82,3%.

8.	80,5%
9.	88,5%
10.	67,3%

V. Az elektromágneses indukció

1/a, b.	76,2%
2.	85,5%
3.	93,3%
4.	93,3%

5.	78,5%
6.	73,8%
7.	73,8%
8.	70,7%

A) feladatlap. Átlag: 72,7%.

9.	91,6%
10.	82,4%
11/a, b.	64,1%
12/a, b.	47,3%

1.	91,0%
2.	75,1%
3.	65,3%
4/a, b.	89,7%

5/a, b, c.	84,3%
6.	66,3%
7.	72,7%
8.	65,4%

B) feladatlap. Átlag: 72,7%.

9.	91,5%
10/a, b.	62,0%
11/a, b.	44,7%

Dr. Varga Lajos—Zátonyi Sándor
főiskolai docens főiskolai docens
OPI, Fizika Tanszék

Az általános iskolai komplex gyakorlati szeminárium tapasztalatai Pest megyében

A szeminárium megszervezésében az OPI továbbképzési alaptervének irányelveit tartottuk szem előtt (1.: 7—12. old.). Tekintettel arra, hogy a megye 320 általános iskolai fizikatanára közül kellett az első alkalommal kiválasztani a résztvevőket, a választás azokra esett, akik vezető posztokon dolgoztak. Így a szakfelügyelők, a munkaközösség-vezetők és az olyan jó eredményt elért tanárok vettek részt a szeminárium 2 éves munkájában (29 fő), akik munkaközösség-vezetőkül tekintetbe jöhetnek a közeljövőben.

A szeminárium 2 éves tervében az OPI Fizika Tanszékének tervjavaslatát adaptáltuk megyénk viszonyaira, és tekintetbe vettük néhány megye eddig publikált tapasztalatait is (2.: 77—78. old., 3.: 70. old.). A tervet a részletes irodalomjegyzékkel együtt lesokszorosítottuk, és minden résztvevőnek elküldtük. A résztvevők véleménye szerint ez nagy segítséget nyújtott az egyéni tanulásban és a szükséges szakirodalom beszerzésében.

A 2 éves tanulmányi idő első évében csak 6 foglalkozást tartottunk, a többi időt a résztvevők önálló tanulásra fordították. Az egyes foglalkozásokon főként elméleti előadások hangzottak el központi előadóktól. Az előadásokat természetesen minden esetben megelőzte az ajánlott szakirodalom tanulmányozása, így az előadások többsége a kapcsolódó ismeretek kiegészítését, rendszerezését szolgálta.

A második tanulmányi évben — 10 foglalkozás keretében — kiselőadások, korreferátumok, konzultáció és az ehhez kapcsolódó gyakorlat segítségével dolgoztuk fel az egyes témákat. A kiselőadást tartókra az a feladat várt, hogy az adott témához tartozó szakirodalmat szintetizálják, emeljék ki annak lényegét, esetleg beszámoljanak olyan újabban megjelent művekről, amelyeket az általunk összeállított irodalomjegyzék még nem tartalmazhatott. A korreferátiók saját iskolai, tanítási tapasztalataikkal egészítették ki a kiselőadásokat. A témákhoz kapcsolódó gyakorlat többségében tanítás, szakköri bemutató, az ezekre való felkészülés, feladatlapok készítése, bemutató elemzése volt.

Az említett módszerek jelentősen fokozták a hallgatók aktivitását, formálták a szeminárium közösségi szellemét, és sok lehetőséget adtak a gyümölcsöző tapasztalatcserére. A tapasztalatcserék sikeréhez az is hozzájárult, hogy foglalkozásainkat mindig más és más iskolában tartottuk, ahol valami újat, korszerűt tudtunk még a témához közvetlenül kapcsolódó módszereken kívül mutatni. Így néztük meg a gödöllői Petőfi Iskolában az országos hírék kabinetrendszert, Cegléden a Várkonyi Iskolában a visszajelző rendszerrel ellátott fizika-szaktantermet és az ehhez kapcsolódó audiovizuális berendezéseket, az aszódi 1. sz. és a szigetszentmiklósi 2. sz. iskolában az írásvetítő alkalmazását és a korszerű tanulókísérleti felszerelést. Törökbálinton a diafilmek felhasználását, Bián a Forrainé-Lénárd-féle módszer eredményes alkalmazását a fizika tanításában, Dömsödnél a tanulók gyűjtőmunkájával létrehozott szertárat és a munkalapok alkalmazását, Budakalászon egy igen sikeresen működő fizika szakkört. A TIT Pest megyei Fizika Szakosztálya segítségével egy foglalkozás keretében a szeminárium hallgatói meglátogathatták a Központi Fizikai Kutató Intézetet. Nagy élmény volt látni a kísérleti atomreaktort, a ciklotront, a lézert.

Nagy jelentőséget tulajdonítottunk a tanulók túlterhelése csökkentésének, és a második évben csaknem valamennyi témához kapcsoltunk olyan információkat, melyek elősegítették a kiadott útmutatások helyes értelmezését és megvalósítását.

A sok közül illusztrációként egy foglalkozás leírását az alábbiakban közöljük. „A feladatlapok alkalmazása a fizikai ismeretek feldolgozásában és az ellenőrzésben” című témát összekapcsoltuk a témazáró feladatlapok készítésével, értékelésével és a megírásukat követő úgynevezett „korrekciós óra” megszervezésével. A foglalkozást az aszódi 1. sz. iskolában tartottuk.

I. Felkészülés

1. A témazáró feladatlapok készítésének alapelvei, különös tekintettel a törzsanyagra. Nagy József: a témazáró tudás-szintmérés gyakorlati kérdése c. könyvének és A Fizika Tanítása, 1973/4. számának áttanulmányozása.
2. A szeminárium hallgatóinak 3 csoportra osztása: az I. csoport a 6., a II. csoport a 7., a III. csoport a 8. osztály témazáró feladatlapjait készíti el annyi példányban, hogy minden hallgatónak 1 db jusson.

II. A foglalkozás programja

1. Rövid tájékoztató a tanmenet-javaslatban szereplő „Gyakorlás az ellenőrzés tapasztalatai alapján” tárgyú órák feladataival kapcsolatban.
2. Óralátogatás a 7. osztályban. „A nyomóerő és a nyomás” témakör témazáró feladatnaplójának megírását követő gyakorlás. Tanított: Kováts Tiborné tanárnő.

Az óra felépítése:

- a) A kijavított feladatlapok kiosztása.
- b) Az egyes követelmények teljesítésének százalékos értékelése az osztály eredményeinek kivetítése írásvetítőn, név szerinti dicséret a legjobbaknak.
- c) A tanulók megkeresik saját hibáikat.
- d) A nevelő kiemeli az osztály típushibáit (nyomóerő kiszámítása, a nyomóerő és nyomás mértékegységének feltüntetése, a felhajtóerő megállapítása és kiszámítása).
- e) Egy-egy típushibával kapcsolatos konkrét feladat megoldása.
- f) Differenciált foglalkozás három csoportban, egyéni segítség.
- g) Önálló feladatmegoldás a nyomás, a nyomóerő kiszámítása, a mértékegységek helyes alkalmazására és a felhajtóerő megállapítására.
- h) Összefoglalás, a tanulók munkájának értékelése.

Az önálló feladatmegoldás eredményei (75—81%) azt bizonyították, hogy sikerült a hiányokat pótolni. Az írásvetítőt optimálisan kihasználta, és sok időt takarított meg a tanár azzal, hogy nem kellett a táblára írnia. Ezalatt szinte egyénileg is megfigyelhette, és figyelemel is kísérte a tanulók munkáját; tudta, hol kell segítséget nyújtania és a differenciált foglalkozáshoz, kit melyik csoportba kell osztania.

3. Óraelemzés.

4. Az egyes osztályok témazáró feladatlapjainak kiosztása.
5. Észrevételek, megjegyzések a feladatlapokkal kapcsolatban.
6. A szemináriumvezető zárszava, a foglalkozás értékelése.

A kartársak azokat a foglalkozásokat tartották hasznosabbnak, amelyeket valamilyen gyakorlati tevékenységgel és alkalmazással kötöttünk össze. Ez érthető, hiszen igen jó alapot kaptak arra, hogy a saját iskolájukban folyó fizikatanítást még eredményesebbé tegyék, és megpróbálkozzanak egy-egy korszerű eljárás alkalmazásával. A korreferátumokból tudjuk, hogy éltek is ezzel a lehetőséggel.

A szeminárium elvégzésekor nem tettük kötelezővé a záródolgozat írását, mégis a hallgatók fele önkéntesen vállalta, hogy még az első évben kiválasztott témáról rögzíti mondanivalóját. A záródolgozatok közül néhányat — a legsikerültebbeket — teljes egészében közöljük a Továbbképzési Kabinetünk által kiadandó gyűjteményben azzal a céllal, hogy fizikatanáraink nevelő-oktató munkájukban használják fel a jó módszereket, jó tapasztalatokat. Másrészt inspirálni szeretnénk a gyakorló tanárokat, hogy jó eljárásaikat tegyék közzé, nyújtsák be a megye pedagógiai pályázatain.

Nem volna beszámolónk teljes, ha nem emlékeznénk meg a megyei Pedagógus Továbbképző Kabinet munkatársainak irányító, segítő munkájáról. Mind a szervezésben, mind a tartalmi feladatok megoldásában tanácsaikkal, látogatósaikkal sok segítséget nyújtottak.

A szeminárium eredményei azt mutatják, hogy mind ideológiai és politikai, mind pedagógiai és pszichológiai szempontból nagyon szükséges lenne, ha valamennyi fizikatanárunk e 2 éves tanfolyamot elvégezné.

IRODALOM

1. Az óvodai, általános és középiskolai nevelők továbbképzésének 1969—71. évi terve. (Szerkesztette: dr. Bodó László) OPI, 1969.
2. Zátonyi Sándor: A soproni általános iskolai komplex gyakorlati szeminárium tapasztalatai. A Fizika Tanítása, 1972. évf. 3. sz.
3. Kublik László: Borsodi tapasztalatok a kétéves komplex fizikai gyakorlati szemináriumról. A Fizika Tanítása, 1973. évf. 5. sz.

Gergely Péter

vezető szakfelügyelő
Gödöllő, Imre úti Általános Iskola

A feleletválasztásos feladatok alkalmazása a fizika tanításában

Oktatásunk korszerűsítése során a tanulók értékelésének is gyökeres változáson kell keresztülmennie. A jövőben törekednünk kell arra, hogy az oktatási folyamatban minél több információt szerezzünk a tanuló tevékenységéről. Az információktól elvárjuk, hogy ne véletlenszerűek, hanem tudatos irányításnak az eredményei legyenek, általuk megismerhető, és mérhető is legyen a tanuló teljesítménye. Erre a célra igen használhatónak találtam a közismert feleletválasztásos feladatokat. Ezeket a tanítási folyamatban mind az ismeretszerzés, mind az ellenőrzés során alkalmaztam. Azt vizsgáltam, hogy a fizika tanításában hogyan alkalmazhatók az ilyen feladatok. Milyenek legyenek azok a kérdések, problémák, amelyeket a tanár felvet, és milyen válaszlehetőségeket adjon meg a kérdésekkel kapcsolatban? Az alábbi kérdéseket alkalmaztam.

1. A lehető legegyszerűbb feladat a tanulói emlékezetet teheti próbára. Nem elegendő azonban, ha csak ilyen kérdések szerepelnek.

Például: Egy fűtött vaskályha sugárzása melyik hullámtartományba esik?

1. 760 nm — 380 nm.
2. 10^{-3} m — 760 nm.
3. 400 nm — 10 nm.
4. Egyikbe sem.
5. Nem lehet eldönteni.

2. Gyakran felvethetők olyan problémák, melyek megoldása során jelenség elemzését kell elvégeznie a tanulónak.

Például: A „teljes visszaverődéssel” kapcsolatban kijelentéseket teszünk. Melyik helytelen a felsoroltak közül?

A teljes visszaverődés

1. csak határszögnél nagyobb szögek esetén következik be,
2. határszöge függ a fény színétől,
3. a Snellius-törvény értelmében $\sin \alpha_h = n_{r,s}$,
4. ritkább közegből sűrűbe való haladáskor lép fel,
5. határszögén azt a szöget értjük, melyhez tartozó törési szög 90° .

Természetes, hogy ebben az esetben a válaszlehetőségeket gondolkodási idő nélkül, a kérdés feltevése után közölni kell a tanulókkal. A válaszok négy igaz és egy helytelen állítást tartalmaznak. Az egyetlen helytelen állítás kevésbé rögződik a tanulóban, hatását a 4 igaz állítás elnyomja. Pedagógiai szempontból az ilyen válaszsor értékesebb, mint a zömmel helytelen állítások sora, de sokszor kénytelenek vagyunk olyan válaszlehetőségeket megadni, melyek nagyrészt helytelenek, közülük csak egy vagy kettő a helyes.

3. Ok — okozati kapcsolatok felismerésére vonatkozó feladatok.

Például: Zárt áramkört készítünk egy telep, ampermérő és változtatható ellenállás segítségével. Voltmérővel mérjük a telep kapcsolási feszültségét. Hogyan változik a volt- és ampermérő által mutatott érték, ha az ellenállást növeljük?

- | | |
|-----------------------------|-------------|
| 1. I csökken | U nő |
| 2. I nő | U csökken |
| 3. I nő | U nő |
| 4. I csökken | U csökken |
| 5. I és U nem változik. | |

Ha $R=0$ értéket állítunk be, melyik műszer tönkremenetelével kell számolnunk?

1. Az ampermérővel.
2. A voltmérővel.
3. Mindkettővel.
4. Egyikkel sem.

4. Kísérletek elemzését megkövetelő feladatok.

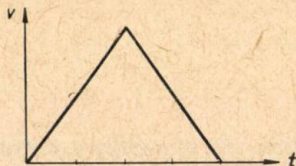
Például: Kisebb tapon kövekkel megrakott csónak úszik. Változik-e a víz felszíne, ha a köveket a csónakból a vízbe dobáljuk?

1. Nem változik.
2. A víz felszíne süllyed.
3. A víz felszíne emelkedik.
4. Nem lehet eldönteni.

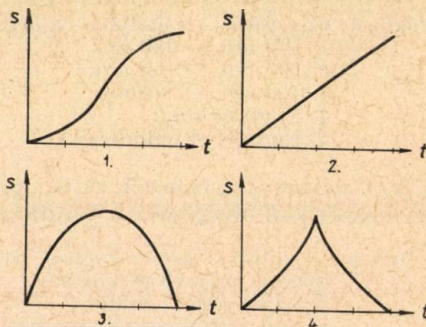
Általában olyan kísérletekre adtam ilyen jellegű feladatot, amelyeket az órán nem valósíthattam meg.

5. Fizikai mennyiségek közötti kapcsolat ábrázolása, illetve az ábrázolt összefüggés felismerése is szerepelt feladatként.

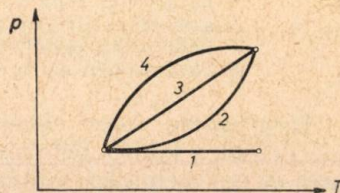
Például: Egyenes vonalú mozgást végző test sebesség—idő-grafikonja a következő:



Melyik az ennek megfelelő út—idő-grafikon?



Vagy: Melyik görbe írja le a $T-p$ koordináta-rendszerben a gáz állapotváltozását állandó térfogaton?



6. A fizikai törvényeknek a megszokottól eltérő esetekre történő alkalmazása

Például: Hol hat a szabadon eső test súlyának ellenereje?

1. Nincs ellenereje.
2. A Föld felszínén hat a földet érés pillanatában.
3. A Föld középpontjában hat.
4. A közegellenállás biztosítja az ellenerőt.

Vagy: Igaz-e a gömbtükrök távolságtörvénye a síktükör esetén?

1. Igaz $k=t$ alakban.
2. Nem igaz, mert a síktükörnek nincs fókuszsa.
3. Igaz $1/k = 1/t$ alakban.
4. Igaz $k = -t$ alakban.

A találomra történő válaszadás lehetősége egyik hátránya a feleletválasztásos feladatoknak. Ötletes, érdekes, alaposan átgondolt kérdések és válaszok csökkentik az így válaszoló tanulók számát. Arra törekedtem, hogy a megadott válaszlehetőségek nagy része kapcsolódjék a kérdéshez. A kérdések és válaszok

összeállításakor igyekeztem beleélni magamat a tanulók helyébe. Rá kell szoktatni a tanulót, hogy a jó és rossz válaszokon egyaránt gondolkodják.

7. Mértékegységek közötti összefüggésekkel kapcsolatos feladatok.

Például: 1 kWh munkavégzés, hány J-nak felel meg?

1. Nincs kapcsolat közöttük.
2. 3600 J.
3. 360 000 J.
4. 3 600 000 J.
5. Nem lehet meghatározni.

Vagy: Az MKS egységrendszerben melyik mennyiséget nevezzük 1 J-nak?

1. kgm/s.
2. kgm/s².
3. kgm²/s².
4. kgm²/s².

8. Egyszerűbb és összetettebb számítások ellenőrzése.

Például: Lejtő 3 m-es lapján egy 5 kp súlyú testet 4 kp erővel húzunk fel 2 m magasra. Mekkora a hatásfok?

1. 0,8, ill. 80%.
2. 0,66, ill. 66%.
3. 0,83, ill. 83%.
4. 0,53, ill. 53%.
5. Nem lehet kiszámítani.

Vagy: Egy gépkocsi két város közötti utat 60 km/h sebességgel tesz meg. Visszafelé ugyanezen az úton 40 km/h sebességgel halad. Mekkora az átlagsebessége?

1. 50 km/h.
2. 48 km/h.
3. 49 km/h.
4. 52 km/h.
5. Nem lehet kiszámítani.

9. Összetett feladatok megoldásának segítése, ellenőrzése.

Előre megterveztem a megoldási menetet. A kritikus fordulópontokkal kapcsolatban visszajelzést kértem. Mivel a csoportban mindenki ugyanazzal a feladattal foglalkozott, minden egyes visszajelzés után felhívtam a figyelmet a hibák okaira, és előzetes információkat adtam a továbbhaladásra. (A feladat megoldási menetére vonatkozó közlések elhangozhatnak a tanár részéről előszóban, de magnetofonra is vehetjük a lényegesebb részeket.) Természetesen, ahol kellett, megfelelő magyarázattal egészítettem ki az előre felvett szöveget.

Példa: 600 ohmos potenciométer $A-B$ kivezetéseire 100 voltos feszültséget kapcsolunk. A csúszóérintkezőt a potenciométer negyed részére állítjuk. A negyed részhez ($C-D$ kivezetések) 200 ohmos fogyasztót kötünk. Mekkora a fogyasztóra jutó feszültség?

Megoldás: A kapcsolás a következő ábra alapján valószínűsíthető meg:

(Az ábra kivetítve, vagy felrajzolva)

A 600 ohm negyed része 150 ohm. Ez a 200 ohmos fogyasztóhoz hogyan kapcsolódik?

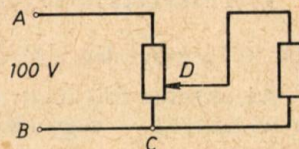
1. Sorba
2. Párhuzamosan.
3. Nem lehet eldönteni.

A 150 és 200 ohmos ellenállás párhuzamosan kapcsolódik egymáshoz.

A két párhuzamosan kapcsolt ellenálláshoz a 600 ohm $\frac{3}{4}$ része, vagyis 450 ohm sorba kapcsolódik. Mivel a 150 ohm és 200 ohm párhuzamosan van kapcsolva, a rájuk eső feszültségről mit állapíthatunk meg?

1. A 200 ohmon nagyobb.
 2. A 150 ohmon nagyobb.
 3. Egyenlő nagyok.
- A helyes válasz: egyenlő nagyok.

A 100 V feszültség ennek következtében a 450 ohm, valamint a párhuzamosan kap-



csolt 150 és 200 ohmos ellenállások eredője között oszlik meg. Ki kell számítanunk a párhuzamosan kapcsolt ellenállások eredőjét! Mekkora ez?

1. 7/600 ohm.

2. $86\frac{1}{6}$ ohm.

3. 350 ohm.

Kerekítve 86 ohm a helyes érték. A 7/600 az $1/R$ értéke, a 350 ohm pedig akkor lenne helyes, ha a 150 ohm és a 200 ohm sorba lenne kapcsolva.

A 450 ohmmal az eredő, a 86 ohm van sorbakötve, a rá eső feszültség jut a fogyasztóra is. A sorbakötött ellenállásokra jutó feszültségek a következő összefüggések valamelyikével határozhatók meg. Melyik ezek közül a helyes?

1. $U_1 : U_2 = R_2 : R_1$.

2. $U_1 : U_2 = R_1 : R_2$.

3. Nem lehet eldönteni.

Az $U_1 : U_2 = R_1 : R_2$ a helyes.

Vegyük ismeretlennek a 86 ohmra jutó feszültséget, és az összefüggés alapján határozzuk meg értékét! A számítás alapján a fogyasztóra jutó feszültség:

1. 19 V.

2. 14,5 V.

3. 13 V.

4. 16 V.

A helyes érték 16 V, a többi érték az arány helytelen felírásának következménye.

Az ilyen jellegű „vezetett” feladatmegoldásokat a tanulók egy része, főleg a jobb képességűek, nem szeretik, de a helyes algoritmus megismerése számukra is tanulságos. Alkotó, önálló munka képességeik továbbfejlesztésére természetesen alkalmasabb. A tanári segítségre, tehát közbenső információkra váró tanulók „élvezik” ezt a módszert: fegyelmezett, gondolkodásra inspiráló, eredményeket jelző légkör áll elő. Sok tanulót a kezdeti nehézségek ilyen módon való legyőzése motivált a tantárgy tanulására.

Bizonyára a felsorolt példák nem merítik ki a feleletválasztás összes lehetőségeit. A feladatokat szerkeszteni szerető tanárok sok új ötletet adhatnak ezen a téren.

A feleletválasztáson alapuló ismeret-ellenőrzés lehetővé teszi az osztály tudásszintjének gyors felmérését. A tantervi minimum elsajátításának ellenőrzésére gyakran használtam a módszert. A tanulók a kiválasztott helyes feleletet visszacsatoló oktatógép segítségével közölték. Az oktatógép — a hozzá kapcsolt írógép segítségével — a tanulók jelzéseit összesítette. Egy adott osztály esetében mindig ugyanazt az összesítő papírlapot helyeztem a gépbe, így az egymás utáni felmérések eredményei, könnyen kezelhető formában, állandóan rendelkezésre állnak.

Az összesítés a következőket tartalmazza:

123456789012345678901234567890

(a tanulók sorszáma)

.....

(a kérdés jellege)

10011110101111001111010111101

(eredő szerkesztése)

11111110101111000110101110011

(erőfelbontás)

111101111110111111011101111

(forgatónyomaték számítása)

.....

(stb.)

(A „0” a helytelen, „1” a helyes választadást jelzi.)

Az oktatás folyamán összegyűlt információkból következtetések vonhatók le az osztály — vagy akár egy-egy tanuló — tanulmányi munkájával kapcsolatban.

A feleletválaszdos feladatok adása egyike az ellenőrzés, visszacsatolás korszerű módszereinek. Elterjedése, mint minden új, problémákat vet fel. Pártolói, ellenzői egyaránt akadnak, mert — mint mindent — lehet rosszul is, jól is megoldani. Magam nagy előnyeit láttam, gyorsan sok információt szereztem tanulóim haladásáról, tudásáról.

Körtvélyesi János

tanár

Arany János Gimnázium és Szakközépiskola
Berettyóújfalu

A regionális tanulmányi versenyek szerepe a tehetséges tanulók képességeinek fejlesztésében

— A NAGYKANIZSAI ZEMPLÉN GYŐZŐ FIZIKAVERSENYEK
TAPASZTALATAI —

Ma, a vetélkedők és versenyek korában, gondos mérlegeléssel kell válogatnunk az elszaporodó helyi tanulmányi versenyek sorából. Csupán a pedagógiaiilag megtervezett, a kellő intellektuális élményt adó és a helyi hagyományokhoz kötődő versenyek létjogosultságát ismerhetjük el.

Az alábbiakban — követendő példaként — egy helyi, vidéki fizikaverseny történetét ismertetjük, és gazdag, sok vonatkozásban általánosítható tapasztalatait elemezzük.

A Zemplén Győző fizikaversenyek létrehozásának indítékai és körülményei

A nagykanizsai Landler Jenő Gimnázium és Szakközépiskolában az 1964/65. tanévben indult először kémia—fizika szakosított tantervű („tagozatos”) osztály. A tantervben is előírt laboratóriumi gyakorlatok megszervezésén túl az alább felsorolt területeken igyekezett a fizikatanári munkaközösség, elsősorban a gyakorlatokat vezető dr. Gulyás Mihály, dr. Kovács László és Bakonyi Istvánné a fizikából tehetséges — főleg a tagozatos osztályokba járó — tanulók képességeit fejleszteni.

Neves magyar fizikusokat választottak a fizikatagozatos osztályok névadójául. „Az egyes személyek iránti érdeklődés a tanulóban tárgyi érdeklődést is ébreszthet a tananyag iránt, és az abban való elmélyülést segíti.” W. Gerlach fenti gondolatából kiindulva szervezték meg az osztálynévadást. A „fizikus osztályok” sorát az 1965/66. tanévben az (első) Eötvös-osztály nyitotta meg. (A második Eötvös-osztály 1969 és 1973 között tanult a Landler Gimnáziumban.) Az Eötvös-osztály példájával magával ragadta a többi tagozatos osztályt, és összefogta a kísérleti fizika iránt érdeklődőket. Egy-egy osztály négy évig őrizte nevét, így a következő tagozatosok új neveket választottak. Gyümölcsöző kísérleti munka folyt a Mikola-, Zemplén- és Jedlik-osztályokban is. A névadó ünnepség, a példaképpül választott fizikus életéről és munkásságáról készült kiállítás, a koszorúzások és a szakmai versenyek tették színessé és vonzóvá a tagozatos osztályok életét.

A *Középiskolai Matematikai Lapok* 1959 szeptemberében megindult *Fizika* *Rovatának* létrehozásában is jelentős szerepet játszott a Landler Gimnázium. A rovat rendszeres feladatmegoldói sorában a megindulástól kezdve megtaláljuk az iskola tanulóit, több alkalommal szervezett a rovat a versenyzőknek feladatmegoldó délutánt, jelentős teljesítményt azonban a kísérleti pályázatokon értek el. Majdnem minden pályázaton részt vettek az iskola tanulói, néhány esetben pedig a beküldött, sőt a díjazott dolgozatok többsége is a Landler Gimnáziumból eredt. A rovat munkáját az eddigiekben négy cikkel és négy kísérleti pályázat kitűzésével is segítették, javaslatukra vezették be a jól bevált és ma is alkalmazott kétfordulós pályázati formát.

A kísérleti pályázaton évről évre részt vevő tanulók nevelése a fizikai laboratóriumi gyakorlatokon kezdődött. Fejlődésüket nagyban segítették az *iskolai Eötvös Lóránd kísérleti pályázatok*, amelyeket az Eötvös-osztályok tűztek ki az iskola tanulói számára. A kitűzött pályatételek a laboratóriumi gyakorlatoknál komolyabb kísérleti elmélyülést kívántak, és mindig kapcsolódtak Eötvös munkásságához. Ez a tény sokat segített a fizikusi gondolkodás kialakításában.

A Zemplén Győző Fizikaversenyek névadásával kapcsolatban elmondhatjuk, hogy az első Eötvös-pályázatsorozat után felmerült az az igény, hogy megyei méretekben is gyümölcsöztessék tapasztalataikat, és összemérjék erőiket a megye több iskolájával. Az iskolai Eötvös-versenyek mintájára azonnal egy fizikus neve alatt kívánták a versenyeket megrendezni.

Az elnevezésnél el kellett vetni Eötvös nevét, hisz az érettségizettek részére évről évre kiírják az országos Eötvös-versenyt. A verseny nagykanizsai székhelye indokolta, hogy a várossal kapcsolatba került fizikusok közül válasszanak, így a elnevezésen túl még erősebb helyi kötődést tudtak versenyeknek adni.

Mikola Sándor 1945. október 1-én a nagykanizsai kórházban halt meg, Zemplén Győző pedig 1879. október 17-én Nagykanizsán született. Mikola Sándor igen jelentős középiskolai tevékenysége a versenyek témájával több érintkezési pontot is kínált, azonban életművét abban az időben teljes részletességgel még nem ismerték, és ezért sem esett rá a választás. A fő érv azonban az volt, hogy a tanulóifjúság, a felnövekvő, törekvő nemzedék fizikaversenyét egy fizikus születéséhez, a kibontakozáshoz, és nem az elmúlás, a halál eseményéhez kívánták kapcsolni. (Mikola Sándor emlékének — születésének 100. évfordulóján — az iskola az országos Mikola-nap megrendezésével adózott.)

Az iskolában folyó Zemplén-kutatások (1.) is alátámasztották, hogy igen szerencsés választásnak bizonyult a Zemplén Győző elnevezés. Zemplén Győző nemcsak értelemben vett becsvágya: az elismertetésre való törekvése, szorgalma, haszaszeretete példaként állítható a tanulóifjúság elé. Zemplén Eötvös Lóránd tanítványa, majd tanársegéde volt; rengeteget tanult mesterétől: mindenekelőtt a tudományos kutatás iránti szeretetet, a vasakarattal kitartó munkálkodás eredményeit tette magáévá. Elsajátította a gondos, pontos, hallatlanul aprólékosan körütekintő kísérletező munka műhelytitkait, valamint az elméleti és kísérleti tevékenység egyesítési módját, a jelenségek között mélyrehatólni tudó analízisképességet.

A Műegyetem professzoraként nagy lelkesedéssel foglalkozott a hallgatósággal. A század elején ő volt Budapesten a legmodernebbül gondolkodó fizikus. A legújabb kutatási eredmények tökéletes megértése után azonnal továbbadta tudását, az újabbnál újabb fizikai felfogást, szemléletet diákjainak. Ő tanított először a budapesti egyetemen statisztikus mechanikát, és ő vezette be a Maxwell-féle elektrodinamikát. Zemplén legjelentősebb eredményeit az elméleti fizikában érte el, ennek ellenére számottevő kísérleti munkássága is. Már egyetemista korában saját, új kísérleti módszerével tanulmányozta a gázok belső sűrűlódását, bölcsészdoktori dolgozatának témáját is a belső sűrűlódásra vonatkozó próbamérései képezik, a relativitáselmélet alapproblémájának megoldásával kapcsolatosan mérőkísérletet állított össze a fény terjedési sebességének mérésére; szerkesztősége alatt jött létre, és nagy elismerést váltott ki, a Fizikai laboratórium című laprészt a Matematikai és Fizikai Lapokban stb.

Az egyetemi vizsgáztatások során a hallgatók hiányos fizikai alapismereteinek felismerése kapcsán fordult Zemplén figyelme a középiskolai fizikaoktatás felé. Bekapcsolódott az Országos Középiskolai Tanáregylet munkájába, és a középiskolai fizikaoktatás gyökeres megváltoztatása, megjavítása érdekében fizikai reformbizottság létrehozását javasolta. A tanáregyesület javaslatát elfogadva, 1912-ben létre is hozta a reformbizottságot, amelybe Zemplén Győzőt is beválasztották.

A Zemplén Győző Fizikaversenyek formai keretei közül kiemeljük azt, hogy a szervező bizottság a versenyeket a páros években szervezi március 15-e vagy

21-éhez kapcsolódóan, hogy a kétnapos verseny csak egy tanítási nap kiesést jelentsen a résztvevőknek.

Már 1969-ben az első verseny előtti évben, megtervezték a *verseny emblémáját*, két változatban is, Haraszti László nagykanizsai festőművész és Boros Antal rajpszakfelügyelő közreműködésével, és azóta is használják levelezésük során, az okleveleken, a versenyek színhelyén. Az embléma két-fehér színével hordozza az iskola színeit, az áramlási kép utal Zemplén fő kutatási területére, amelynek szabályosan haladó vonalait összesűríti Canisa középkori várának alaprajza, hangsúlyozva a helyi jelleget.

1972-től kezdődően a zsűri elnöki tisztét Zemplén Győző leánya, *Mátrainé Zemplén Jolán*, a budapesti Műszaki Egyetem nemrég elhunyt tanszékvezetője, a jeles fizikátörténész látta el, és esetenként megjelennek a versenyen Zemplén Győző fiúgyermekei is: *dr. Zemplén Béla* egyetemi magántanár, főorvos és *dr. Zemplén Elemér* főiskolai tanár.

A *versenyzők jutalmazása* több módon történik. Minden résztvevő emléklapot kap (Haraszti László linómetszetét), amelyet értékesebbé tesz Zemplén Jolán immár pótolhatatlan, megismételhetetlen aláírása. Az egyéni versenyben a legtöbb pontot elért tanulók könyvjutalmat és kísérleti eszközöket kapnak. Külön jutalmazzák a legszebb megoldást benyújtó tanulót és a kísérleti verseny győztesét. A könyvjutalmak kiválasztása, illetve összegyűjtése kétéves gondos munkával történik: egy-egy jelentős fizikakönyv megjelenésekor azonnal vesznek a következő versenyre, így juthattak a győztesek pl. Orear Modern fizikájához, Marx Kvantummechanikájához vagy Javorszki Fizikai zsebkönyvéhez.

A megye iskoláit háromfős csapatok képviselik: a legtöbb pontot elért csapat elnyeri a *Zemplén-kupát*, amelyet a következő versenyig őriz. Háromszori elnyerés után a kupa az adott iskola végleges tulajdona lesz. A Zemplén-kupán túl a győztes iskola kap egy példányt a labormérésnél használt eszközökből is.

A verseny három kategóriában folyik: külön versenyeznek a tagozatosok (az 1974. évi versenytől kezdődően országos mezőnyben), a normál gimnáziumi osztályok tanulói és a szakközépiskolások. Elsősorban III. és IV. osztályos tanulók részvételére számítanak, de megengedett alsóbb osztályos tanuló részvétele is.

A *feladatok kitűzését* az 1970. évben Kugler Sándorné, a budapesti Radnóti Miklós Gyakorlóiskola vezető tanára vállalta, 1972-től pedig az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Oktatási Szakcsoportja végzi a verseny eszmei irányítását, személy szerint: Holics László, Mikola-díjas vezető tanár (Apáczai Gyakorlóiskola, Budapest), Főzy István egyetemi adjunktus, dr. Tasnádi Péter egyetemi tanársegéd; a kísérleti pályatételek kitűzője pedig Radnai Gyula adjunktus (Eötvös Loránd Tudományegyetem Általános Fizikai Tanszék).

A *feladatok sokszorosítása* kezdetben az iskola stencilgépén, 1974-től pedig a MTESZ központi xeroxgépén történik. A *feladatok javítását*, a feladatkitűzőkkel történt konzultáció után, a versenyen részt vevő fizikaszakos tanárok végzik.

A *Zemplén-versenyek sajátosságai, fő értékei* a helyi jelleg, a Zemplén szülőházán elhelyezett emléktábla megkoszorúzása és a verseny során megoldandó laboratóriumi mérési feladat. A kísérleti bemutatók, a feladatmegbeszélések, a fizikustalálkozó és a tanári továbbképzés teszik teljessé a versennyel egyidőben tartott *Zemplén-napok* programját. Ezekről részletesen a későbbiekben szözlünk.

A „fizikustehetségek felismerésének és fejlesztésének lehetőségei a Zemplén Győző-emléknapok során

A Zemplén Győző Emléknapok a tehetséggondozás céljával szerveződtek. A rendezők lehetőséget kívánnak adni a tehetségek felismerésére, illetve segítik őket a felsőfokú tanulmányaikra történő felkészülésükben.

A teljes személyiséget kívánják ráhangolni a fizikusi pályára, amely alatt a fizikával való aktív foglalkozást értik akár kutatói, akár tanári területen. Az értelem mellett erősen hatni kívánnak a tanulók *manuális képességeire, gyakorlati érzékére és érzelmeire* is. („Az érzelmek lélektani nagyhatalmak, amelyek az életpálya minden szakaszában hallatják szavukat, és igényüket követelő módon érvényesíteni kívánják.” Csirszka János ezen gondolata a rendezők egyik vezérelve.)

Az *élmények erejével kívánják rögzíteni a fizikai ismereteket* a látott kísérletek, a megoldott vagy megoldani kívánt feladatok, a laboratóriumi mérés és a feladatismertetések során. A tanulóknak széles skálán biztosítanak megnyilatkozási lehetőséget, s maga az írásos-mérési versenyszituáció is fokozza a figyelemkoncentrációt, és több hónapos előzetes felkészülést kíván.

A Zemplén Emléknapok rendezvényein tömegesen vesznek részt a fizikatagozatos osztályokba járó tanulók; számukra az érdeklődésfelkeltés és az új ismeret közlésének funkcióját is betöltik az ott látottak.

A verseny elnevezésének *jelentőségéről* már szóltunk, az emléknapokon a fizikushagyományok ápolásának szép példáját láthatják a tanulók.

A laboratóriumi versenymérés

A felsőfokú intézetekbe igyekvő diákok felkészítésében sajnos nagyon hátrébe szorul a fizikai kísérletezés. (Elég talán arra a tényre hivatkoznunk, hogy pl. a „Ki miben tudós?” tv-vetélkedő döntőjében a bemutatásra került, *sorozatban gyártott demonstrációs* ködkamrát *nem ismerték* a versenyzők.) Nem feladatunk a bemutatott és az önállóan végzett szemléltető vagy mérő kísérletek — tantárgyi és világnézetű szempontból egyaránt számottevő — fontosságát méltatni. Többször felemlítettük szavunkat a kísérletek mellett (2.), eddig annyi eredmény született, hogy — a nemzetközi diákolimpiák mellett — az Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny II. fordulójában is kell méréseket végeznük a tanulóknak. Az új Gimnáziumi Érettségi Vizsgaszabályzat értelmében viszont kizorult a *ténylegesen* elvégzett kísérlet a fizikaérettségiről (csupán megadott mérési eredményeket kell grafikusán ábrázolni, értékelni, illetve egy kísérlet összeállítását *elmondani*), és még be sem került a fizikatanárnak, fizikusnak készülők felvételi részfeladatai sorába.

A Zemplén-versenyeket kezdettől fogva a fizikai kísérletezés terjesztésének szolgálatába állították. A tanév elején megrendezett fizikatanári tanácskozáson, illetve az Eötvös Társulat vidéki titkárainak szeptemberben szétküldött felhívásában közlik, hogy a fizika mely területéről veszik majd a versenymérés témáját. A mérési feladat beiktatása meghatározza a versenyre való felkészülés módját, és érlelni kezd egy lassú szemléletváltozást. Néhány év után talán elfoglalja majd méltó helyét a fizikai kísérletezés az érdekeltek tudatában, és esetleg majd az egyetemi felvételik gyakorlatában is.

A versenyeken kitűzött kísérleti pályatételek és a megoldásukhoz szükséges laboratóriumi eszközök ötletet adhatnak az iskolai laborgyakorlatok méréseinek megtervezéséhez. Az 1974. évi versenytől kezdődően az ötletadáson túl a mérés megvalósítását és a kérdéses eszköz sokszorosításának problémáját is megkönynyítjük azzal, hogy a versenyen alkalmazott eszközökből a legeredményesebb ki-

sérlemező és az első három helyezett iskola is kap ajándékba egy-egy példányt. (A megmaradó példányok remekül szolgálják az iskola tagozatos osztályainak frontális tanuló kísérleti munkáját.)

A Landler Gimnázium tanárai lelkes szertárfejlesztők. Rendszeresen hoznak trófeákat a tavaszi országos fizikatanári eszközkiállításról. A Zemplén-napok idején a fizikasztár nagy előkészítőjében néhány érdekes, új eszközt működés közben is bemutatnak a szertárlátogatáson megjelent versenyzőknek és a kollégáknak.

A fizikustalálkozók

A Zemplén Emléknapok alkalmából a rendezők meghívják az iskola néhány olyan régi tanítványát, aki jelenleg fizikusi területen tevékenykedik: egyetemi hallgató, tanár, kutató. A volt tanítványok szívesen vállalják, hogy előadást, kísérleti bemutatást tartanak az emléknapok során, könyveik, cikkeik tisztelet-példányát ajándékozzák az alma mater könyvtárának, és beszélgetnek a versenyzőkkel, kollégákkal. Megnyugtató, önbizalmat adó, felemelő érzés egy jelenlegi „landlerossal” egy olyan volt „landlerossal” beszélgetnie, aki ugyanitt tanult, és lám, már milyen komoly kutatói területen dolgozik. Valóságos fizikus-parlament alakul ki a megérkezés és az első versenynap estéjén: adott témákban kötöttek és spontán is folyik az igen hasznos eszmecsere. Egyetemi hallgatók, kezdő kutatók kapnak tanácsokat, irodalom- és műszerajánlatot tapasztaltabb kutató vagy egyetemi tanár kollégáiktól. A középiskolai tanárok számára jelentett előnyökre gondolva, Wigner Jenő gondolatai kíváncsognak ide: „Talán jó lesz megjegyzem, ..., mily sokat segített tanáraimnak az a tudat, hogy nincsenek elszigetelve a tudománynak legmagasabb házából: az egyetemtől. Ismerték tanáraim egyetemi kollégáikat, és néha, noha ritkán, egy szombat délutánt együtt töltöttek egy budai kávéházban” írja Wigner középiskolai éveire emlékező levélben.

A Zemplén Győző Emléknapok során a „fizikustudat” kialakítását — a fenti-eken túl — a plenáris kísérleti bemutatók, az üzemlátogatások és az egyéni beszélgetések is segítik.

A fizikai kísérletek fontosságát a versenyeken túl azzal is hangsúlyozni kívánják, hogy a már említett kabinet jellegű szertári bemutatón túl *plenáris kísérleti bemutatókat* is szerveznek. A hazai kísérleti fizika egy-egy kimagasló alakja ritkán látható, érdekes és szép kísérletekkel köti le a hallgatóság figyelmét. Így láthattak tanárok és diákok gázlézert és vele Michelson-kísérletet, hologramot; ultrahang-generátort és légpárnás berendezéseket.

A kísérletek, mérések fontosságát azzal is ki kívánják emelni, hogy nemcsak „steril” a bemutatóasztalra helyezett készülékkel elvégzett kísérletekbe vonják be a hallgatóságot, hanem példát adnak az alkalmazásokra is: a város szerény kutatóhelyi lehetőségei és ipari alkalmazásai alapján *üzemlátogatások* során — elsősorban az olajiparhoz kapcsolódóan — láthatnak a résztvevők a mélyfúrások alkalmával végzett neutronaktivációs talajvizsgálatot, roncsolásmentes varratvizsgálatot röntgengéppel a Dunántúli Kőolajipari Gépgyárban és radioaktív izotóppal a csővezetékek ellenőrzése során, valamint megtekinthetik az OGIL-laboratórium számítógépet.

Legfontosabbnak mégis az *egyéni ráhatást* érzik: az előadások mesteri felépítése, a közvetlen, tisztán érthető magyarázatok után egyéni beszélgetések kezdődnek. (Sok tanár példát vehet órához a kutatók előadásaiból, s fáj a szívünk, hogy ilyen jeles pedagógiai érzékű embereket csak nagyon ritkán láthatunk oktatói szituációban.) A kutatók, főiskolai és egyetemi oktatók — a ver-

senyeredmények ismeretében — fizikusi pályára biztatnak egy-egy szerényebb, képességeit nem kellően ismerő diákot, és nyírbálják a túlburjánzó öntudatot, csitítják az okatlanul nagyhangúakat.

Tanárnak, diáknak jó alkalom a fizikustalálkozó, az előadási szünet, hogy az éppen folyó középiskolai kísérleti fizikapályázathoz ötletet, irodalmat kérjen, vagy megbeszélje egy ritka műszer kölcsönzését, illetve a *kutató munkahelyének* egy későbbi *meglátogatását*.

Az emléknapok vendégei közül többen már nagy gyakorlattal rendelkező tagjai egyetemi, főiskolai *felvételiztető bizottságoknak*. Ők szívesen beszélnek ilyen irányú tapasztalataikról. A diákok számára pedig megnyugtató, hogy még a felvételi előtt közvetlenül és kötetlenül beszélgethetnek „olyan emberekkel”, akikhez hasonlókkal kerülnek majd szembe a felvételen.

A fizikaversenyen elért eredmények azonnali visszajelzései

Ellentétben más versenyekkel — és az iskolai dolgozatok zömével — a Zemplén Győző Fizikaverseny résztvevői délelőtt megírják a dolgozatot, és délután már pontos képük lehet elért teljesítményükről. Nagyon fontosnak tartjuk, hogy a versenyeket azonnal kövesse a feladatok megbeszélése. A versenyzők még minden idegszálukban érzik az adatokat, a jó és a sikerületlen próbálkozásokat, a megoldásra vezető ötlet hiányát, s akkor szakszerűen irányítva, társaiktól és a feladat kitűzőitől hallhatják a jó megoldásokat. Ettől kiépülhet a versenyzők agyában egy-egy új asszociáció, és feloldódik a verseny okozta feszültség. A feladatkitűzők szívesen vállalják a megbeszélések vezetését, hisz a sok „friss”, „éles” agy néha olyan megoldásokat is meglát, olyan feltételeket is észrevesz, amely a kitűző figyelmét elkerülte.

A mérési feladatok végzésekor a pályatételt kitűző végig ott tartózkodik a laboratóriumban, és megfigyelései alapján, a mérés befejeztével figyelmezteti a tanulókat esetleges hibáikra, és megdicséri az életrevaló ötleteket felmutató rutin méréseket.

Szemináriumok a tehetséggondozás módszertani problémáiról

A Zemplén Emléknapokat komolyan támogatja a Megyei Tanács Művelődésügyi Osztályának Módszertani Kabinetje, mert meglátta benne a tanári továbbképzésnek egy igen hatékony formáját. Az igen hasznos, kötetlen beszélgetéseket már említettük. Rendszeresen „fórumot” tartanak az emléknapok során egy-egy kiemelt témából, és részletesen megbeszélik a versenyekre történő felkészítés módját. A résztvevő küldöttségek szívesen adják át megszerzett módszertani tapasztalataikat, s hogy ez mennyire eredményes, arra szolgáljon példaként az 1974. évi verseny, ahol az eddigi hegemoniát a nagykanizsai Landler Gimnáziumtól a zalaegerszegi Zrínyi Gimnázium vette át: lelkesen megfigyelve és szorgalmasan alkalmazva a Landler Gimnázium felkészítésének módszereit, kitartásukkal a „mesterek” fölé emelkedtek. A feladatkitűzők is felhasználják a versenyeket az új szemléletű fizikaoktatás eszméinek terjesztésére. A kitűzött színvonalas feladatok modernebb gondolkodást, más értelmezést kívánnak, mint a hagyományos fizikafeladatok. Az egyetemi oktatók, módszertani szakemberek segítenek is feladatértelmezéseikkel, előadásaikkal a feladatok értelmezéséhez vezető módszertani út megtételében.

A Zemplén Győző Emléknapok hatása

A résztvevőknek nyújtott szellemi gyarapodás mellett a nagykanizsai Landler Gimnázium és az Eötvös Társulat Zala megyei Csoportjának hírnevét is növelték a versenyek. Felfigyeltek a versenyekre az Eötvös Társulat központjában és vidéki szervezeteinél is. Az 1974. évi verseny fordulópontot jelentett: tagozatos szinten országos méretűvé szélesedett a mezőny. Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat vidéki csoportjai komoly segítséget adtak; a Veszprém megyei és a Debreceni Csoport évi munkatervében is szerepeltette a Zemplén-versenyre történő jelentkeztetést.

A megye tagozatos fizikaoktatásának szempontjából az országos méretekre való kiterjesztés hasonló lépés volt, mint amilyen iskolai viszonylatban a házi Eötvös-versenyeknek a Zemplén-versennyel való felváltása: a megye fizikaoktatásának színvonalát, a diákok tudásszintjét most már országos színvonalhoz mérhetjük.

A megyei tanács kezdettől fogva támogatta a versenyt anyagilag, és sajnos csak anyagilag. A Nagykanizsai Városi Tanács 1972-ben vett tudomást a szép kezdeményezésről, és eredményes intézkedéseket hozott: az anyagi támogatáson túl Szabolcs Péter zalaegerszegi szobrászművésszel elkészítette Zemplén Győző mellsobrát, amelyet 1974. október 28-án avattak fel a Landler Gimnázium udvarán. A Tanácsi Híradó közölte a Zemplén-versenyek programját és Kovács László Zemplén-tanulmányát. A tanács Műszaki Osztálya elfogadta az iskola javaslatát, és az új utcák egyikét Zemplén Győzőről fogja elnevezni.

A megyei MTESZ Elnökség a Műszaki Élet című folyóirat részére tudósítást adott az 1974. évi emléknapról, és Zemplén-díj vagy Zemplén-érem kiadását tervezi a társulati munkában élen járó egyesület, illetve személy részére.

A Zemplén-napok eseményeiről, a kitűzött feladatokról és a kísérleti pályatetelekről részletesen tájékoztat a Fizikai Szemle című folyóirat is. (3., 4.)

A Zemplén Győző Emléknapok valódi hatása a résztvevők teljesítményén mérhető le. Kutatásaink kiderítették, hogy a Zemplén-versenyek eddigi győzteseit kivétel nélkül felvették felsőfokú intézményekbe. Az igazi hatás természetesen nem a felvétel pusztán tényével jellemezhető, hisz képességeik, szorgalmuk alapján valószínű, hogy legtöbbjük a verseny nélkül is bejutott volna a megpályázott helyre.

A fő dolog azonban annak a légkörnek a megéreztetése, amely az emléknapok során „fizikusivá” teszi ezeket a találkozókat, és az országosan is elismert versenyen szerzett sikerélmény képes a részt vett tanulók későbbi teljesítményét jelentősen fokozni.

IRODALOM

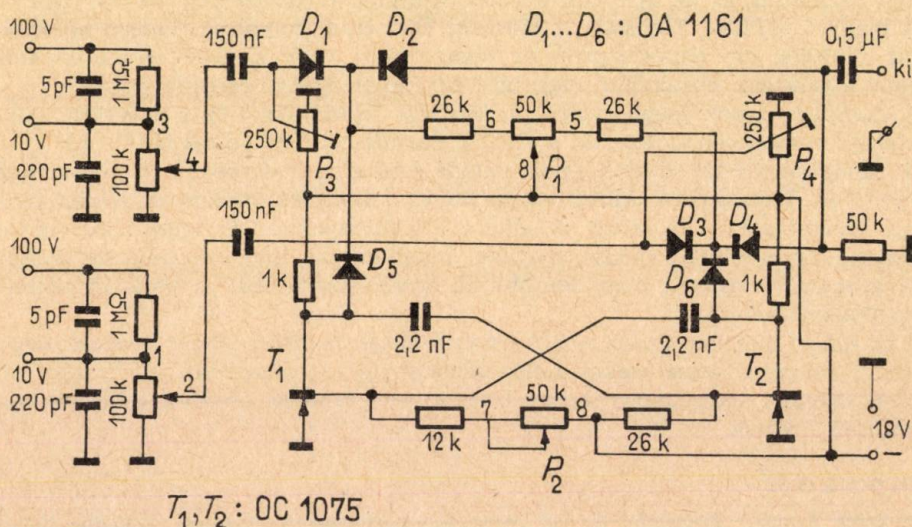
1. Kovács László: Zemplén Győző élete és munkássága. Tanácsi Híradó, 1974/1., Nagykanizsa.
2. Kovács László: A tanulókísérleti pályázatok nevelési és oktatási lehetőségei. A Fizika Tanítása, 1971/1.
3. Holics László: Zemplén Győző Emléklap és Fizikaverseny. Fizikai Szemle, 22. 1972/8., 248—250. 1.
4. Holics László: A harmadik Zemplén Győző Fizikaverseny. Fizikai Szemle, 23. 1974/10. 314—320. 1.
5. Kovács László: A Zemplén Győző Fizikaversenyek tapasztalatai. (Kézirat.) A Felsőoktatási Pedagógiai Kutatóközpont részére írt tanulmány.

Dr. Kovács László
tanár
Nagykanizsa, Landler Gimnázium

Egyszerű elektronkapcsoló TANÉRT-eszközökhöz

A fizikatanítás gyakorlatában egyik alapkészlet a TANÉRT által forgalmazott ELEKTROVARIA — I, ELEKTROVARIA — II és az ELEKTRONIKUS KÉSZLET nagyszerű lehetőséget kínál a korszerű oktatásban. E középiskolákban meglevő készletek kevés kiegészítéssel újabb, megítélésem szerint nagyon fontos fogalmak, jelenségek megértéséhez segíthetik a tanulókat. Pl. a váltakozó áramú ellenállások kapcsolásai fázisviszonyai olyan jelenségek, melyekről kétsugaras oszcilloszkóp hiányában szinte „csak beszélni” lehet, mert egysugaras oszcilloszkóp ugyan volna, de azzal két jelet egyszerre nem vizsgálhatunk, ha csak ki nem egészítjük eszközeinket egy elektronikus elektronkapcsolóval. Eddig több elektronkapcsoló-leírással találkoztam, de mindegyiket elég bonyolultnak találtam ahhoz, hogy könnyen elkészíthető, kezelhető, a diák kezébe adható legyen. A következőkben talán a legegyszerűbb elektronikus elektronkapcsoló leírását közlöm A. Zidan—B. Milobar Tranzisztorkapcsolások amatőröknek című könyve alapján, melyben található leírást helyesbítve és egyszerűbbé téve, elkészítettem. Az alábbiakban közlöm az eszköz és a vele végezhető kísérletek egy részének a leírását.

Az elektronkapcsoló leírása



1. ábra

A módosított elektronkapcsoló elvi kapcsolása az 1. ábrán látható. Az eredeti kapcsolásban a P_4 trimmerpotenciométer középpontja rossz helyre van kötve, továbbá az eredetiből elhagytam a frekvenciaváltoztatás lehetőségét, kísérletileg határoztam meg a kívánt kapcsolási frekvenciát úgy, hogy ne kapjak nagyon szaggatott görbét.

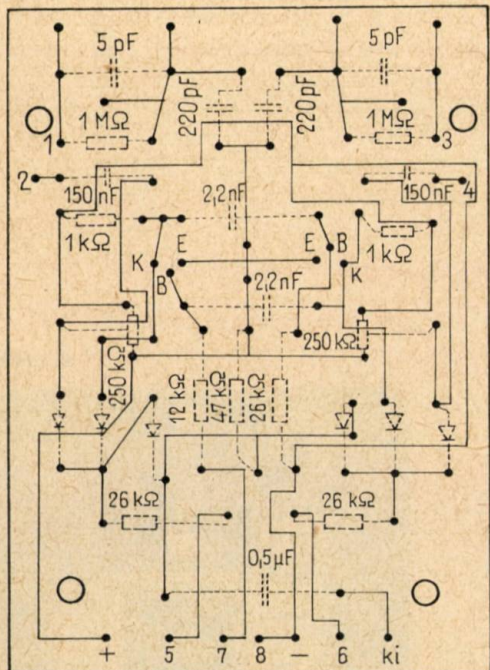
Az elektronkapcsoló működése

Felváltva kapcsolja a két feszültséget az oszcilloszkópra. Ha az átkapcsolás eléggé gyors, akkor szemünk tehetetlensége miatt az ernyőn két feszültséggör-

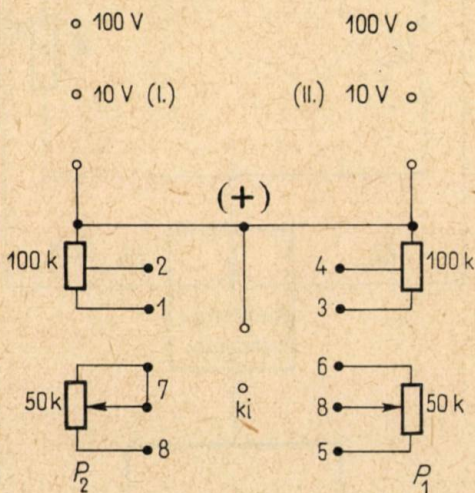
bét látunk. A két görbe könnyebb megkülönböztetéséhez az elektronkapcsoló egymáshoz képest eltolhatja az ernyőn a görbét. A kapcsoló 6 félvezető diódát és két tranzisztort tartalmaz. A tranzisztorok négyszögfeszültség-generátorként működnek. Ha nem lenne négyszögfeszültség, az 1. csatornában a D_1 és D_2 , a 2. csatornában pedig D_3 és D_4 dióda előfeszítése olyan, hogy a diódák vezetnének. A diódapárok előfeszültségét a P_3 és P_4 potenciométerekkel úgy kell beállítani, hogy a feszültséggörbék csúcsait ne vágják le. Miután a diódák előfeszültségeit beállítottuk, bekapcsoljuk a négyszögfeszültség-generátort, amely pozitív félperiódusaival felváltva zárja a két csatornát. Így az oszcilloszkóphoz felváltva kerül az egyik és a másik vizsgálandó feszültség. Az ernyőn megjelenő két görbe közötti távolságot (föl-le) a P_1 potenciométerrel lehet szabályozni. A négyszögfeszültség szimmetriája a P_2 potenciométerrel állítható. Ha a négyszögfeszültség nem szimmetrikus, az egyik görbe tovább látszik az ernyőn, mint a másik, aminek következtében világosabbnak tűnik. Ez a hatás akár a két görbe megkülönböztetéséhez is felhasználható.

Ahhoz, hogy az ernyőn állóképet kapjunk, az oszcilloszkópot az egyik vizsgált feszültséggel kell szinkronoznunk, tehát külső szinkron üzemmódban dolgozunk. Az elektronkapcsoló legnagyobb kimeneti feszültsége 0,5 V, ezért a kapcsolót az oszcilloszkóp függőleges erősítője elé kell kapcsolni. Az elektronkapcsoló áram fölvétele 18 V-os tápfeszültség mellett kb. 20 mA.

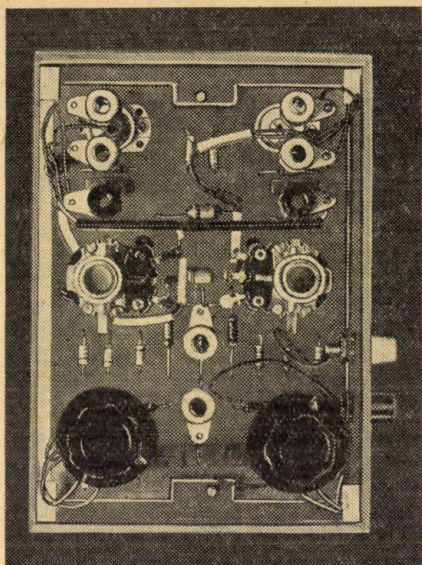
A 2. ábrán a nyomtatott panelt és az alkatrészek elhelyezését látjuk, a 3. ábrán pedig a kezelőszerveket és a bemeneti hüvelyeket látjuk. A 2. ábrán és a 3. ábrán levő számozások azonosak az 1. ábra számaival, s útmutatást adnak a nyomtatott panel és az előlap alkatrészeinek összekötéseihez. Az elektronkapcsoló bemeneti és kimeneti hüvelyei, valamint a potenciométerek a 3 mm vastag, $150 \times 100 \times 50$ mm méretű plexilapokból ragasztott doboz elülső, 150×100 mm-es lapján vannak elhelyezve. A 4. ábrán látható a kész elektronkapcsoló.



2. ábra

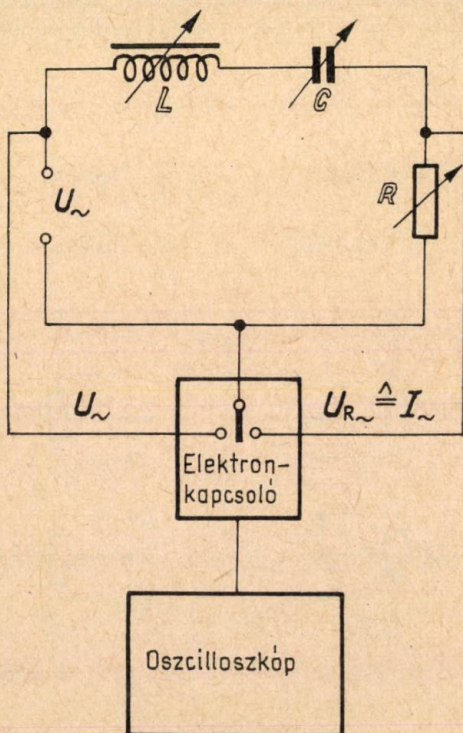


3. ábra



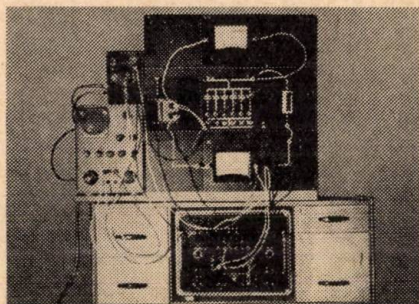
4. ábra

loszkóp ernyőjén ez lesz az áramgörbe; mindegyik oszcillogramon a kisebb amplitúdójú görbe (önkényesen választottam). Az elektronkapcsoló másik bemenetére magát a $U_{\sim}$ feszültséget kapcsoljuk, s az oszcilloszkóp ernyőjén ez lesz a feszültséggörbe, mindegyik oszcillogramon a nagyobb amplitúdójú görbe. Az 5. ábrának megfelelő, feszültség- és áramerősség-mérővel kiegészített kísérleti elrendezést mutat a 6. ábra.



5. ábra

6. ábra



Az alkalmazott eszközök pontos megnevezése

- a) 1 db egysugaras EMG — 1535/B típusú oszcilloszkóp ELEKTROVARIA — I. alapkészletből
- b) a függőleges síkú demonstrációt lehetővé tevő sínrendszer,
- c) 1, 1, 11, 11 számú táblák,
- d) 30. számú, 100 Ω -os ellenállás. ELEKTROVARIA — II alapkészletből
- e) K-3-as számú kondenzátortelep,
- f) iskolai szétszedhető transzformátor 1200 menetes tekercsel,
- g) hordozható áramátalakító (4 V $\sim$)
- h) ELEKTRONKAPCSOLÓ (4 db zsebelemmel vagy tápegységgel),
- i) K — 1 számú tábla,
- j) 16. számú ampermérő ($I_{\sim}$)
- k) K — 7 számú voltmérő ($U_{\sim}$)
- l) csatlakozóvezetékek.

Az elektronkapcsolóval végezhető kísérletek

Az elvi elrendezést az 5. ábrán figyelhetjük meg. Lényege, hogy az R ohmos tagon létrejövő feszültségesés mindig fázisban van az $I_{\sim}$ árammal, ezt a feszültségesést vezetjük az elektronkapcsoló egyik bemenetére, s az oszcil-

Ohmos és kapacitív ellenállás soros kapcsolása

Az induktivitást iktassuk ki, vagy zárjuk rövidre. A voltmérővel, vezetőkei dugaszolásával megmérjük az ohmos feszültségesést ($U_{R\sim}$), a kapacitív feszültségesést ($U_{C\sim}$), valamint az áramkörre kapcsolt feszültséget ($U_{\sim}$); az ampermérőről leolvassuk az áramkörben folyó áramot ($I_{\sim}$), az oszcilloszkóp milliméteres előtétellátott ernyőjéről pedig, mint látni fogjuk, nagyon egyszerűen meghatározhat-

R - C soros kapcsolás
mért és számított mennyiségek

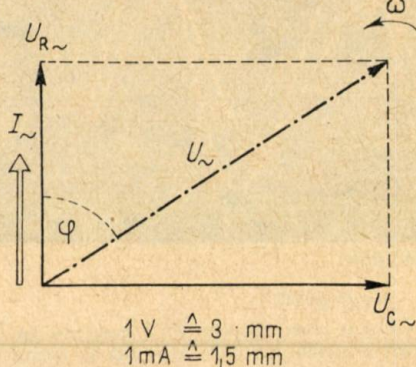
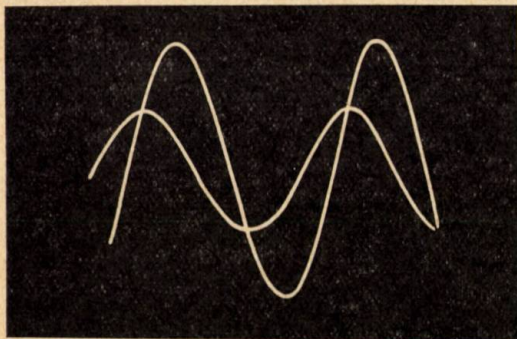
M	$U_{R\sim}$ [V]	$U_{C\sim}$ [V]	$U_{\sim}$ [V]	$I_{\sim}$ [A]	$\frac{U_{C\sim}}{U_{R\sim}}$	φ_{sz}	$\varphi_{osz.}$
1	2,2	3,7	4,3	0,022	1,68	$59^{\circ}15'$	63°

$R : 100 \Omega$

$C : 19 \mu F$

7. ábra

9. ábra



8. ábra

juk a φ fázisszöget. Mért adatainkat táblázatba foglaljuk (7. ábra), elkészítjük a vektorábrát (8. ábra), és a számítással, illetve szerkesztéssel φ -re kapott adatainkat összehasonlítjuk az oszcilloszkóp ernyőjéről meghatározott adattal. Itt az oszcillogramot kiértékeljük: a hullámhossz 40 mm, ez megfelel 360° -nak, 1 mm-nek megfelel 9° , a felvételen az áramgörbe csúcsa balra 7 mm-re van, ennek megfelelő 63° . Az áram siet (fázis siet és), $\varphi = 63^{\circ}$

Ohmos, induktív, kapacitív ellenállás soros kapcsolása

A feszültség-mérővel, vezetőkei dugaszolásával lemérjük az ohmos feszültségesést ($U_{R\sim}$), a kapacitív feszültségesést ($U_{C\sim}$), az induktív feszültségesést ($U_{L\sim}$), valamint az áramkörre kapcsolt feszültséget ($U_{\sim}$); az ampermérőről leolvassuk az áramkörben folyó áramot ($I_{\sim}$), az oszcilloszkóp milliméteres előtétellátott ernyőjéről a φ fázisszöget. A mért adatokat a 10. ábra, a vektorábrát a 11. ábra, az oszcillogramot a 12. ábra mutatja: $U_{C\sim} > U_{L\sim}$, így fázissietés van, mértéke: $\varphi = 36^{\circ}$.

R - L - C soros kapcsolás
mért és számított mennyiségek

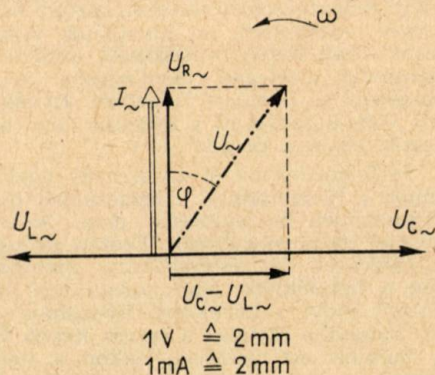
M	$U_{R\sim}$ [V]	$U_{L\sim}$ [V]	$U_{C\sim}$ [V]	$U_{\sim}$ [V]	$I_{\sim}$ A	φ_{sz}	$\varphi_{osz.}$
1	3	2,9	4,9	4,2	0,03	$33^{\circ}40'$	36°

$R : 100 \Omega$

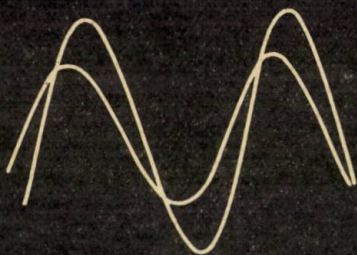
$L : 1200$ menet nyitott vasmag

$C : 19 \mu F$

10. ábra



11. ábra



12. ábra

Megjegyzés:

Ha a transzformátor I magját az U magra helyezzük, és azon mozgatjuk (a légrés változtatásával változtatjuk az induktivitást, azaz az induktív reaktanciát), az oszcilloszkóp ernyőjén folyamatosan tudjuk tologatni az áramgörbét, úgy, hogy egyszerű vasmagmozgatással tudjuk szemléltetni a fázissietést, a rezonanciaesetét, a fáziskésést, miközben semmilyen áramköri módosításra nincs szükség. Egy fáziskésésre legyen itt példa a 13. ábra.



13. ábra

Győri Antal
tanár
Szentés,

Pollák M. Erőssáramú Szakközépiskola

Ötletsarok

A SZINUSZOS REZGÉS DEMONSTRÁLÁSA

Az író hangvillával a kormozott üveglapra rajzolt rezgékép legtöbbször úgy jut el a tanulókhoz, hogy az üveglapot egymásnak átadják — egyenként nézegetik. Ez az egyéni nézés zavarja az órák menetét. Hatásossá válik a kísérlet, ha a kormozást diakeret üvegén végezzük el, és bekeretezzük azt. Így elérhetjük, hogy az egyszer elkészített kép nem sérül meg, másrészt az egész osztály egyszerre szemlélheti, ha kivetítjük. Ajánlatos olyan képet is készíteni, amikor a hangvilla íróhegye merőlegesen végzi rezgéseit az üveglap felületére. Ilyenkor kis vonaldarabok és a közöttük levő hézagok jelzik a rezgést.

Ne feledkezzünk el arról, hogy ugyanennek a hangvillának a rezgéképét oszcilloszkópon is mutassuk meg. A szinuszjel itt is megjelenik. Ezután az oszcilloszkópot rezgésvizsgálatra ajánlhatjuk a tanulóknak, hisz „ugyan úgy csinálja”, mint a kormozott üveglapon az író hangvilla „leírja” a rezgés képét. Ha a tanulók ezt belátják, akkor a belső szerkezet (katódsugárcső) ismerete nélkül is elfogadják ezt az eszközt.

FÜGGÖNYKARIKA KÉSZÍTÉSE A GUMIDINAMOMÉTERES KÍSÉRLETEKHEZ

Gyakran hetekig kell járni a boltokat, amíg sikerül olyan függönykarikát szerezni, amely a dr. Nagy László által javasolt gumidinamométerekhez alkalmas lenne. Sokkal egyszerűbb ezt a kívánt méretben házilag elkészíteni. Egy osztály részére szükséges hozzá kb. 3 méter 1,5 mm-es kemény huzal, melyből a karikát készítjük. A huzalból tekerjünk fel spirálisan 15 menetet egy 10 mm-es átmérőjű fémrúdra úgy, hogy a spirál menetei szorosan illeszkedjenek egymáshoz. Ezután a spirált a vasrúddal együtt satuba tesszük, és hosszában egy helyen kettévágjuk. Majd kivesszük a satuból, és menetenként szétszedjük. A szétvágás helyét reszelővel igazítjuk, és a reszelő által hagyott hézagot eltüntetjük úgy, hogy kombinált fogóval a karikát összeszorítjuk.

A függönykarika helyett eredményesen használható a 10 mm-es belső átmérőjű alátétcsavar is (potenciométer alátétcsavarja).

Hajdú István

tanár
Vásárosnamény, Gimnázium

MOZGÁSTANI KÍSÉRLETEK SZÁZEZRED MÁSODPERCES IDŐMÉRŐVEL

A középiskolában a testek mozgását is kísérleti alapon tanítjuk. Az alapvető kísérleteknél a megtett út hosszát vagy elfordulás szögét és az eltelt időt kell mérnünk. A hosszúság mérése az adódó méter nagyságrendű távolságok esetén kielégítő pontossággal megoldható, a szögek mérése teljes körülfordulások mérésére vezethető vissza, ami szintén jól mérhető, az idő mérése azonban egyes gyors mozgások esetén megoldhatatlan egyszerű eszközökkel.

A modern technika nyújtotta lehetőségek itt is megoldást jelentenek, és alkalmazásuk ma már nem zárható ki az iskolai gyakorlatból. Az időmérés problémáját az itt közölt időmérő a középiskolai kísérleteknél megoldja. Százezerred másodperctől tíz másodpercig 10^{-6} , tíz másodperctől tízezer másodpercig 10^{-2} pontosságú mérésre alkalmas.

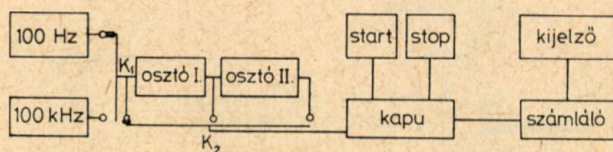
A műszer blokkvázlata az 1. ábrán látható. A két négyszöggenerátor a K_1

Természetesen rövid idők mérésekor csak a fotokapus megoldás jöhet számításba.

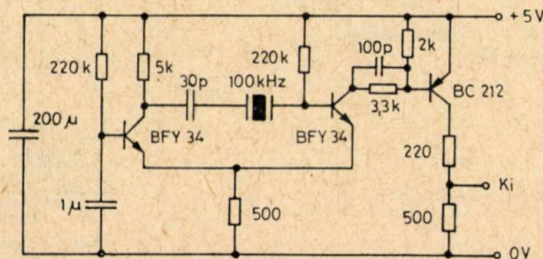
A tapasztalatok alapján a műszer elkészítését az elektronikában jártas, az integrált áramköröket is ismerő kollégáknak tudom csak ajánlani. A kapu, start-stop áramkör, fotokapu, számláló, kijelző és a 100 Hz-es oszcillátor kapcsolása, elkészítése az irodalomban jelzett cikkben található, a 100 kHz-es oszcillátor kapcsolása a 2. ábrán látható. Elkészítése az irodalom áttanulmányozása után kellő gyakorlat esetén nem nehéz.

Az alábbiakban az eszköz felhasználására néhány példát mutatok be. Az egyenes vonalú egyenletes, és lejtőmozgással itt nem foglalkozom, sok értékes cikk, köztük az irodalomban felsoroltak közül is, néhány foglalkozik velük. Egy pár egyszerű, könnyen megvalósítható alkalmazást említek meg.

A szabadesés tanításakor két fontos kísérleti feladat adódik, a négyzetes úttörvény igazolása és a gyorsulásának



1. ábra



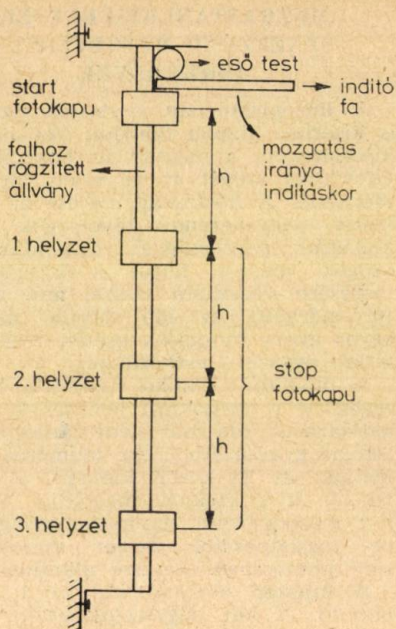
2. ábra

kapcsoló állásától függően 100 Hz, illetve 100 kHz-es négyzögjelet ad a frekvenciaosztókra. Az eredeti frekvenciát, illetve azt tízzel vagy százszal elosztva a K_2 kapcsolón át vezetjük a kapura. A kapu start-stop bistabil állásától függően nyitja vagy zárja a jelek útját a számláló felé. A megszámlolt impulzusokat négyszámjegyes integrált áramkörös számláló nixi csöves kijelzőn írja ki. Az indítás és leállítás kontaktus zárásával, nyitásával, nyomógombbal vagy fotokapuvál működtethető, így minden mérési feladathoz jól alkalmazható.

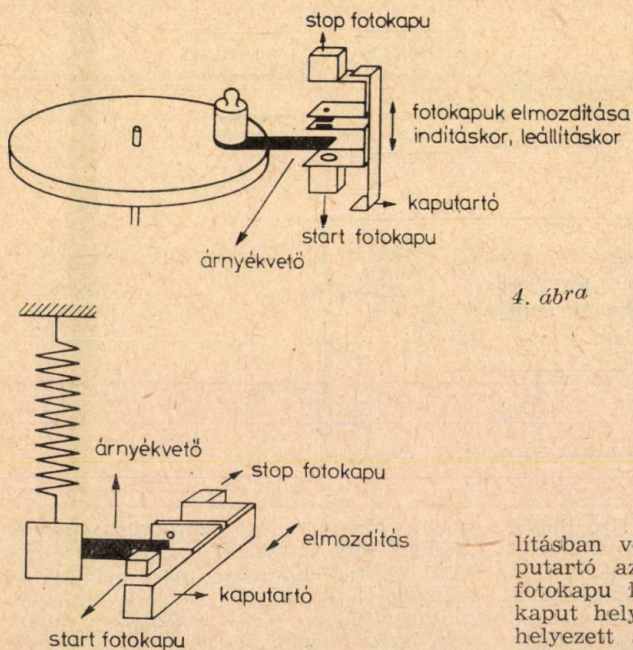
meghatározása. A századmásodperces időmérő erre a feladatra csak ügyes tanári fogással alkalmas, mert például az eső test 1 m-es esés után 1 dm utat megközelítőleg 0,02 másodperc alatt tesz meg, tehát pontos mérés esetén 4–5 cm útkülönbség esetén is azonos időket mérünk. Ez nagy hibaszázalékot ad. Pontos eredményt tehát csak az út gondos megválasztásával kapunk. Ha két nagyságrenddel pontosabb időmérést alkalmazunk, néhány milliméteres távolságon is más-más időket kell kapnunk. Tehát az út és idő mérése közel

azonos pontosságú, így az eredmények is biztosan jók. A kísérlet a 3. ábra szerinti összeállításban végezhető el. Merve a h , $2h$, $3h$ utakat és a megtételéhez szükséges időket, az összetartozó h , t és t^2 értékekből megállapítható a négyzetes úttörvény.

Valamely mért adatból, például a leghosszabb út és a hozzá tartozó időből számítható a gyorsulás. A mérés gyors volta miatt az egyes utakhoz tartozó idők többször is mérhetők, az időmérő az összegezést is elvégzi, ha közben az eredményeket nem töröljük. A kísérlet egyetlen nehézsége — mint minden 0 kezdősebességű kísérleté —, hogy a mozgás megindulásakor azonnal induljon az időmérés. A kezdeti lassú mozgás miatt az indítás nem bízható a mozgó testre, mert századmásodperc nagyságrendű hibákat okoznak, hanem nekünk kell azt elvégezni a testet tartó indítófának a fotokapu előtt való gyors elrántásával. Az elektromágneses indítás sem ad jobb eredményt, csak nagyobb frekvenciájú váltakozó árammal táplált különleges mágnessel.

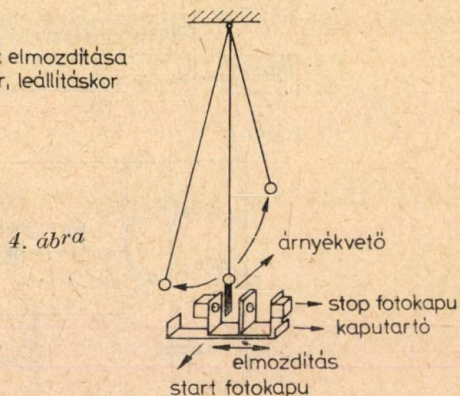


3. ábra



5. ábra

A körmozgás tanításakor a körfordulási idő, a fordulatszám, a szögsebesség és a kerületi sebesség fogalmának kialakításakor használható fel például a műszer. A 4. ábrának megfelelő összeál-



4. ábra

6. ábra

ításban végezhető el a kísérlet. A kaputartó azt a célt szolgálja, hogy két fotokapu közül hol a start, hol a stop kaput helyezhessük a forgó tárgyon elhelyezett árnyékvető útjába. Kísérlettel mérjük több teljes körfordulás idejét, ebből a körfordulási idő és a fordulatszám, egy, két, három körfordulás idejéből, a szögsebesség, a sugár felhasználásával pedig a kerületi sebesség adódik. Hasonlóképpen eljárva az egyenletesen változó forgó mozgás is vizsgálható.

A rezgő mozgás tanítása esetén a rezgésidő és a rezgésszám tanítása a körmozgáshoz hasonlóan az 5. ábra szerinti kísérlettel oldható meg. Célszerű természetesen lassú rezgést vizsgálni. A rezgésidő pontos mérése könnyűvé teszi a tömegtől és rugóállandótól való függetlenség kimutatását. Az inga lengésidejének mérése hasonlóan a 6. ábra szerint végezhető. Mérhető egyetlen lengés vagy több lengés együttes ideje is. Sikkerrel alkalmazható az időmérő tantermi körülmények között nagyobb ingák vagy iskolánk kupolájában elhelyezett közel 10 m hosszú Foucault-inga lengéseinek vizsgálatára.

A fentiek korántsem merítik ki az eszköz alkalmazásának lehetőségeit, inkább csak egy szűk területen való felhasználására mutatnak rá, ott sem a teljesség igényével. Alkalmazása viszont a pontosság több nagyságrenddel való növelését teszi lehetővé, és eddig nehezen vagy egyáltalában el nem végezhető kísérleteket hozhat be a mindennapi középiskolai gyakorlatba.

IRODALOM

1. Finta András: Elektromos időmérő integrált áramkörökkel. Fizikai Szemle, 1973/3.
2. Simon László: Légpárnás modell. Fizikai Szemle, 1971/7.
3. Ronyecz József: Légpárnás kísérletek. Fizikai Szemle, 1971/12.
4. Szurmay-Vermes: Elektronikus műszerek I., II. (BME jegyzet.)
5. Nagy Sándor: Híradástechnikai mérések. (BME jegyzet.)
6. Designing with TTL Integrated Circuits Texas Instruments. Texas, EMO, Tungstam Katalógusok, kapcsolások.

Finta András
tanár

Budapest, Kaffka Margit Gimnázium

A RADIOAKTÍV BOMLÁSTÖRVÉNY MODELLKÍSÉRLETE

Közismert tény, hogy az atomfizika tanításánál nagyon kevés iskolánkban a kísérletezési lehetőség. A fizika ezen fejezetének kísérleti oktatása ugyanis sok akadályba ütközik: egyrészt a radioaktív források beszerzése, tárolása, használata okoz gondot, másrészt a legtöbb kísérlethez speciális eszközök szükségesek, ezek pedig költségesek.

Az alább leírt demonstrációs kísérlet mindezeket az akadályokat kiküszöbölő, egyszerű, könnyen beszerezhető eszközöket igényel. A kísérlet leírását Harry F. Meiners Physics Demonstration Experiments című könyvéből fordítottam, és e

fordítás alapján állítottam össze a kísérleti elrendezést.

A kísérlet alapját képező jelenség leírása

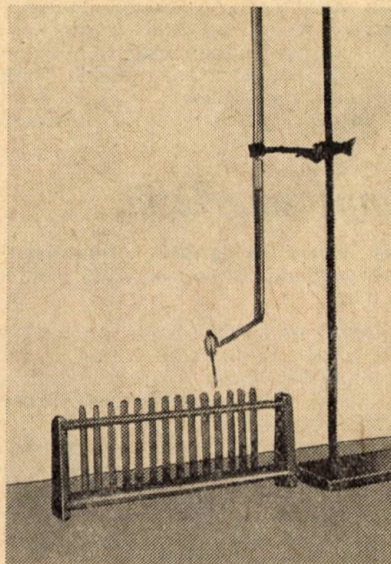
A radioaktív bomlás exponenciális törvényét jól modellezhetjük egy beosztással ellátott üvegcsőből (pl. bürettából) kiürülő folyadékoszlop magasságának változásával. A bürettából kiürülő folyadékoszlop magasságának változása ugyanolyan exponenciális törvényt követ, mint a radioaktív bomlás.

Szükséges eszközök: 1 db Bunsen állvány, 1 db bürettafogó, 1 db 50 ml-es büretta, 1 db kémcsőállvány, 1 db stopperóra, 10–12 db lapos aljú mikrokémcső, színes folyadék.

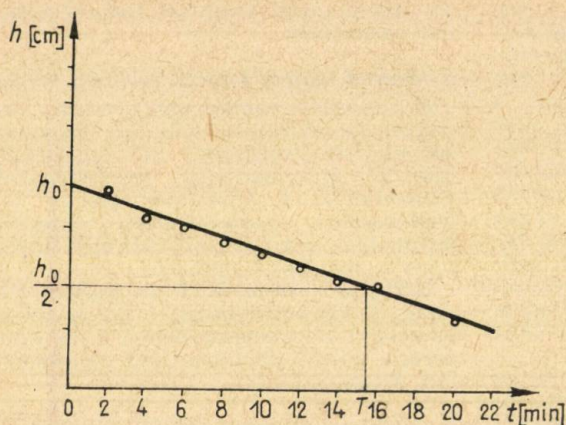
A kísérlet gyakorlati kivitelezése

Főrésze egy 50 ml-es, színes folyadékkal megtöltött büretta. A büretta csapját megnyitjuk, s a benne levő folyadékszint állását azonos időközönként leolvassuk. Az így kapott értékeket az idő függvényében ábrázolva exponenciális görbét kapunk, melynek kiértékeléséből a felezési idő meghatározható.

A kísérletünkben használt színes folyadék kálium-permanganáttal vagy kálium-bikromáttal megfestett víz volt. Az egyenlő időközöket stopperóráról olvastuk le.



A mérés folyamán célszerű feljegyezni azt az időt, melynek elteltével a vízoszlop magassága kezdeti értékének felére csökken — felezési idő —, s a hétfélékpen kapott értékből, ill. azok összehason-



lításából a mérés pontosságára lehet következtetni.

A kísérlet módosításával az exponenciális függvény ábrázolás nélkül is „láthatóvá” tehető. Kb. 1 cm átmérőjű üvegcsőből 10–12 darabból álló kémcsősorozatot készítünk. A pontosabb mérés érdekében lapos fenekű kémcsöveket használunk, s a kémcsöveket a számukra készített kémcsőállványba helyezzük. A bürettából kifolyó színes folyadékot ezekben a kémcsövekben fogjuk fel úgy, hogy a kémcsőállványt azonos időközönként arrébb mozdítjuk. Az azonos időközöt úgy válasszuk meg, hogy két folyadékcsepp leesése között kényelmesen elhúzhassuk a kémcsöveket. Erre is a mérés pontossága miatt van szükség.

A mérés befejeztével a kémcsövek

mögé egy fehér lapot téve, jól látható az eredmény: a csövekben levő folyadékszintek exponenciális görbét írnak le. Bizonyításképpen a kémcsövekben levő folyadékoszlopok magasságát megmérve és a kapott értékeket féllogaritmus papíron ábrázolva egyenest kapunk.

Ezzel az eszközzel szemléltetni lehet az anyaelem bomlását s ezzel egyidejűleg a leányelem keletkezését, a felezési idő fogalmát. Ha a kifolyás mértékét különbözőre állítjuk, akkor a különböző felezési idejű radioaktív anyagok létezését s ezen keresztül a bomlási állandó fogalmát is szemléltethetjük.

László Péterné

tanár

Jászapáti, Mészáros Lőrinc Gimnázium

Könyvismertetés

Kiss Árpád: A tanulás programozása. Tankönyvkiadó. Budapest, 1973. 368 lap, ára: 33,— Ft.

A szerző az elsők között van azok sorában, akik a 60-as évek elején és azóta is, a legtöbbet tették a programozott tanítás hazai megismertetése és alkalmazása érdekében. E könyvében széles körű irodalmi anyag elemzésére és közvetlen kutatási eredményekre támaszkodva részletes, elemző áttekintést ad a tanulás programozásában elért eddigi eredményekről, a felmerült problémákról és a még kiaknázatlan lehetőségekről.

A könyv első részében (Tanulás, gondolkodás, iskola) összegezi a szerző azokat a pszichológiai kutatási eredményeket, amelyeknek a figyelembevétele elengedhetetlen a tanulás hatékonyságának növeléséhez. Elemzi a tanulás fogalmát,

lefolysását, a motiváció szerepét; ismerteti a tanulási elméleteket, törvényeket; összegezi a gondolkodás fejlődésével kapcsolatos nézeteket. Különösen érdekesek azok a következtetések, amelyeket a szerző ezzel összefüggésben a problémamegoldást segítő tanulásra vonatkozóan megállapít.

Sokrétűen elemzi Kiss Árpád a tanulás tanulásával kapcsolatos kérdéseket. A feltételek között részletesen foglalkozik az értelmes olvasással, ezen belül a célszerű olvasási sebességgel. Példákat sorol fel arra, mikor kell a tanulónak a szöveget „átfutni” vagy gyorsan olvasni, tagoltan, aprólékos gondossággal, illetve értékelően olvasni.

A második részben (a tanulás programozása) a téma indokolása után ismerteti a szerző a programozási stratégiákat,

a különböző programtípusokat; elemzi a felhasználás tapasztalatait, eredményeit. Konkrét programrészleteket is közül különböző tantárgyakból, így fizikából is. (A közölt anyag rész — az állásszillárdtság — azonban időközben kimaradt a 7. osztályos tantervi anyagból.)

A méréssel és az értékeléssel kapcsolatos problémák számbavétele során illesztésként elemzi a szerző azokat a nehézségeket, amelyekbe a 7. osztályos fizika és nagyobb részlete (a munka és a teljesítmény; az egyszerű gépek) programozásának előkészítése közben ütköztek. Ez az elemzés tanulságos és elgondolkodtató mind a fizikát tanító tanár, mind a tantervelmélettel foglalkozók számára. Megtaláljuk a könyvben azt a feladatsorozatot is, amelyet annak eldöntésére állítottak össze, hogy rendelkeznek-e a tanulók a fenti témakörök eredményes tanulásához szükséges matematikai alapokkal.

A könyvből nemcsak a tanulás programozásának elméleti és gyakorlati kérdéseiről nyerhetünk alapos, átfogó képet, hanem sok olyan pszichológiai, didaktikai ismeretre tehetünk szert, amelyet eredményesen hasznosíthatunk a hagyományos oktatás keretei között is.

Z. S.

Dr. Csáki Frigyes: Bevezetés az automatikába. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1974. 160 oldal, 16,— Ft.

Az automatika (irányítástechnika) tudománya a gyártási folyamatok önműködő irányításának törvényszerűségeivel, a gyakorlati megvalósítás és megoldási lehetőségek kérdéseivel foglalkozik. Az Akadémiai Kiadó KORUNK TUDOMÁNYA sorozatában megjelent könyv főleg az automatizálás műszaki oldalát, az

automatika elméleti eszközeit, módszereit, a vezérlés- és szabályozástechnika tendenciáit mutatja be. Előrebocsátja, hogy az automatizálás megvalósításának három feltétele van. Megfelelő gépesítési színvonal, magas fokú technológia az első, a megfelelő nagyságú termékmennyiség a második feltétel. Végül a harmadik feltétel az, hogy magas képzettségű kutatók, mérnökök, szakmunkások álljanak rendelkezésre a feladatok elvégzésére.

A szerző beszámol az irányítás- és vezérléstechnika alapjairól, logikai rendszereiről, majd a szabályozástechnika fejlődésének fő irányait foglalkozik. Rámutat arra, hogy a szabályozási rendszerek tervezésének sokféle megoldása lehetséges. A megoldási lehetőségek összehasonlítása után a legkedvezőbb, az optimális megoldás kiválasztása következik. A szerző szól a modellek használatáról, az analóg és digitális szimulációról. Történelmi áttekintést olvashatunk az automatika fejlődéséről, a jövőre váró kutatási feladatokról. Kifejti, hogy a világméretű műszaki-gazdasági verseny következtében kibontakozó tudományos-technikai forradalom az automatika területén is egyre hatékonyabb és bonyolultabb megoldásokra törekszik. Ezért a különböző munkaterületeken dolgozó kutatók, fejlesztők és tervezők szoros együttműködésére van szükség.

Dr. Csáki Frigyes könyve hasznos vezérfonal az automatizálás és az automatika tudománya problémáinak megértéséhez. Foglalkozik az irányítástechnika és a többi tudományág kapcsolatával, a jövőben várható megoldásokkal. Ezért a könyvre felhívjuk tanáraink figyelmét.

Dr. Rubóczky István
osztályvezető
Egyesült Izzó, Budapest

Ajánlott szakirodalom

Budó Agoston: Kísérleti fizika I. (Rsz.: 4292/I.) Kötve: 61,— Ft

Budó Agoston: Kísérleti fizika II. (Rsz.: 4292/II.) Kötve: 49,— Ft

Dér—Radnai—Sós: Fizikai feladatok I. (Rsz.: 8140/I.) Fűzve: 29,50 Ft

Dér—Radnai—Sós: Fizikai feladatok II. (Rsz.: 8140/II.) Fűzve: 27,— Ft

Fizikai példatár középiskolásoknak

Párkányi László: Mechanika I. (Rsz.: 29 203/I.) Fűzve: 6,— Ft

Párkányi László: Mechanika II. (Rsz.: 29 203/II.) Fűzve: 7,— Ft

Párkányi László: Mechanika III. (Rsz.: 29 203/III.) Fűzve: 5,50 Ft

Párkányi—Tasnádi: Mechanika IV. (Rsz.: 29 203/IV.) Fűzve: 6,50 Ft

Dr. Némedi István: Asztronautika (Rsz.: 29 203/V.) Fűzve: 8,— Ft

Halics László: Elektrodinamika I. (Rsz.: 29 203/VI.) Fűzve: 7,— Ft

Kovács Mihály: Néhány kibernetikai játékgép
(Rsz.: 29 184) Fűzve: 11,50 Ft

Tihanyi Ferenc: Tanári kézikönyv a dolgozók általános
iskolája 7—8. osztályos fizika tanításához
(Rsz.: 91 411) Fűzve: 6,50 Ft

Dr. Varga Lajos: Tanulói kísérletezés a fizika
tanításában (Rsz.: 52 558) Fűzve: 18,50 Ft

Most jelent meg

Dr. Lang Jánosné—dr. Diós József: Oktatási programok
a fizika tanításához I. (Rsz.: 52 632/I.) Fűzve: 21,— Ft

Beszerezhetők, illetve előjegyezhetők a

KÖNYVESBOLTOKBAN

A

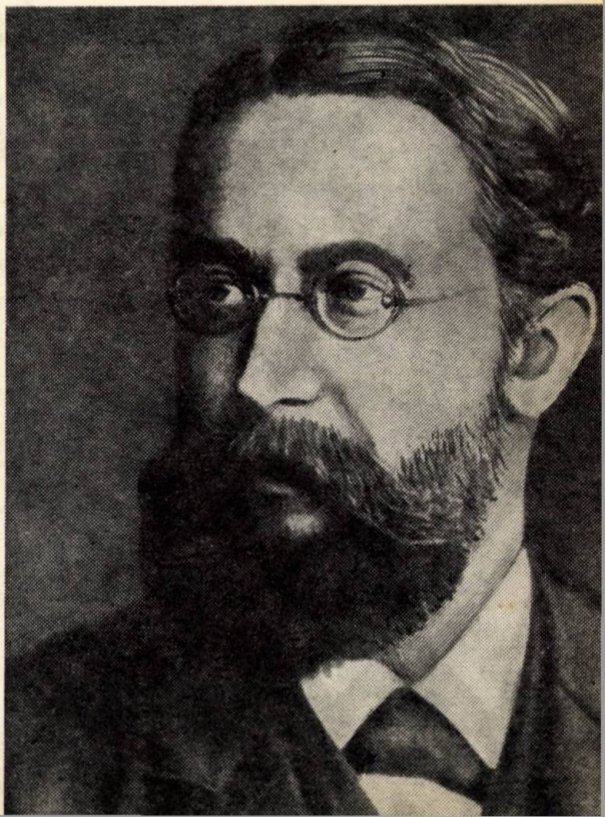
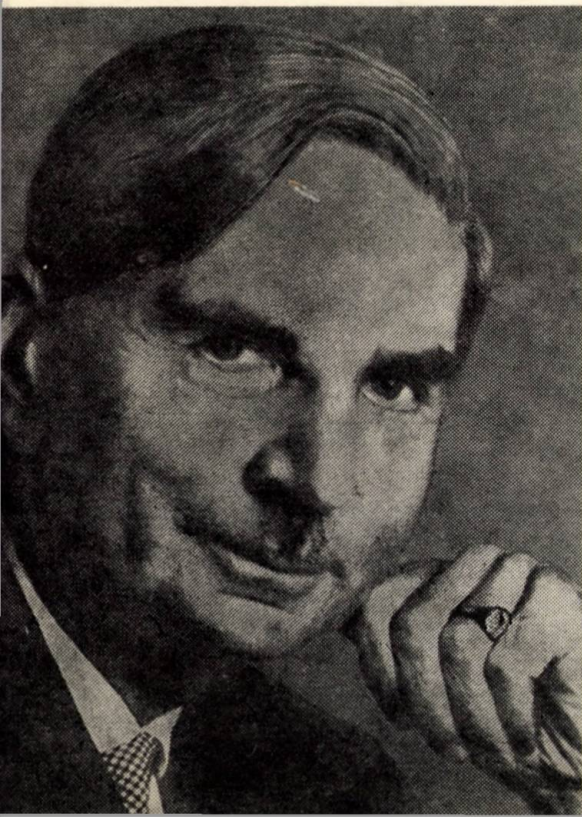
2

1975

XIV. évf.

FIZIKA TANÍTÁSA

Az Oktatási Minisztérium módszertani folyóirata



A FIZIKA TANÍTÁSA

AZ OKTATÁSI MINISZTERIUM
MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA

SZERKESZTŐ:
DR. VARGA LAJOS

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG:
BELLAY LÁSZLÓ, GERGELY
PÉTER, DR. KEDVES FERENC,
KOVÁCS LÓRÁNT, KUGLER
SÁNDORNÉ, NYILAS DEZSŐ,
PAHÁN ISTVÁN, VIDO IMRE,
DR. WIEDEMANN LÁSZLÓ

Megjelenik évente hatszor

Szerkesztőség: 1071 Budapest VII.,
Gorkij fasor 17—21. OPI Fizika Tanszék.
— Telefon: 228-203, 228-238, 228-609,
228-823, 145 mellék. — Kiadja a Tan-
könyvkiadó, 1055 Budapest V., Szalay
utca 10—14. — A kiadásért felelős
a Tankönyvkiadó igazgatója. — Ter-
jeszti a Magyar Posta. — Előfizethető
bármely postahivatalnál, a kézbesítő-
k-nél, a Posta hírlapüzleteiben és a
Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI)
Budapest V., József nádor tér 1.,
postacím: 1900 Budapest) közvetlenül,
vagy postautalványon, valamint átuta-
lással a KHI 215—96 162 pénzforgalmi
jelzőszámra. Előfizetési díj egy évre:
14,40 Ft

75., 2. 4118 - Révai Nyomda, Budapest.
F. v.: Póvárný Jenő.

Szerkesztői üzenet:

Kérjük a Kartársakat, hogy
közlésre szánt cikkeiket gé-
pelve, két példányban küld-
jék meg a szerkesztőség
fenti címére. — A papírlap-
nak csak egyik oldalára,
kettes sortávolsággal írja-
nak. Egy-egy oldalra 30 sort
gépéljenek. A sor hossza 66
betűhely. A cikkek terje-
delme legfeljebb 6—8 gé-
pelt oldal lehet. A rajzokat,
táblázatokat külön lapon,
megfelelő ábraszöveggel
(aláírással) ellátva küld-
jék be.

Címképünk: A félvezető-egyenirá-
nyító elméletének úttörői.
Balról: Walter Schottky, jobbról:
Ferdinand Braun

TARTALOM

Vidó Imre: Felszabadulásunk vívmánya a 8 osz- tályos általános iskola	33
Dr. Kedves Ferenc: Általános iskolai fizikatanári ankét Egerben	36
Bellay László: Néhány gondolat a természettu- dományos nevelésről egy tanácskozás után ..	38
Csákány Antalné: A hőtan tanításának egy módja az általános iskolában	42
Zátonyi Sándor: A környezetvédelemmel kap- csolatos oktatási és nevelési lehetőségek az ál- talanos iskolai fizikatanításban	46
Michalovszky Csaba: A környezetvédelemmel kapcsolatos oktatási és nevelési lehetőségek az általános tantervű gimnáziumi fizikataní- tásban	48
Szűcs Barna: Gondolatok a gimnáziumi tan- menetekről	49
Piacsek István: A közegellenállásról	55
Ujj János: A fotoeffektus kimutatása oszcil- loszkóp segítségével	59
V. Szalay Ilona: Százéves a félvezető-egyenirá- nyító	60
Ötletsarok (Kiss Antal)	63
Könyvismertetés (Zátonyi S. Alajos)	64
In memoriam! Dr. Makai Lajos	B/3

СОДЕРЖАНИЕ

Имре Видо: Результат нашего освобождения — Восемилетняя общеобразовательная школа	33
Д-р Ференц Кэдовеш: Анкет в г. Эгер по физике преподавателей общеобразовательных школ ..	36
Ласло Беллаи: Несколько мыслей об естест- венно-научном воспитании после одной кон- ференции	38
Антальнэ Чакань: Метод преподавания тер- модинамики в общеобразовательной школе ..	42
Шандор Затони: Воспитательные и образо- вательные возможности по охране природы в преподавании физики общей школы	46
Чаба Михаловски: Воспитательные и образо- вательные возможности по охране природы в преподавании физики в гимназии типы общего учебного плана	48
Барна Сюч: Мысли об учебных планах гим- назии	49
Иштван Пиачек: О сопротивлении среды ...	55
Янош Уйи: Выявление фотоэффекта с по- мощью осциллоскопа	59
Илона В. Салаи: Полупроводниковому выпря- мительно 100 лет	60
Загайный уголок (Антал Киши)	63
Рецензии книги (Ш. Алаиш Затони)	64
Ин мемориам: Д-р Лайош Макай	B/3

INHALT

Imre Vidó: Die Achtklassige Allgemeine Schule — eine Errungenschaft der Befreiung	33
Dr. Ferenc Kedves: Tagung der Physiklehrer der Allgemeinen Schule in Eger	36
László Bellay: Nach einer Tagung — einige Ge- danken über die naturwissenschaftliche Bil- dung	38
Frau Antal Csákány: Eine Methode für Unter- richt der Wärmelehre in der Allgemeinen Schule	42
Sándor Zátonyi: Möglichkeiten für Erziehung zum Umweltschutz im Physikunterricht in der Allgemeinen Schule	46
Csaba Michalovszky: Möglichkeiten für Erzie- hung zum Umweltschutz im Physikunterricht der Gymnasien mit allgemeinem Lehrplan ...	48
Barna Szűcs: Gedanken über den Unterrichts- plan des Lehrers in Gymnasium	49
István Piacsek: Über den Strömungswiderstand János Ujj: Nachweis des Fotoeffekts mit Ka- thodenstrahl-Oszilloscop	59
Ilona V. Szalay: Hundert Jahre Kristallgleich- richter	60
Praktische Winke (Antal Kiss)	63
Bücherbesprechung (Alajos Zátonyi)	64
In Memoriam! Dr. Lajos Makai	B/3

Felszabadulásunk vívmánya a 8 osztályos általános iskola

Harminc évvel ezelőtt, 1945. április 4-én Magyarország területén elhallgattak a fegyverek. A már korábban felszabadult országrészek iskoláiban — a II. világháború vérzivatarára után kialakult körülmények között — megindult a tanítás. Sorra kinyitották kapuikat a gimnáziumok, a polgári iskolák, s talán elsőként a népiskolák.

Azóta sok-sok változáson ment át életünk. Nehéz lenne mindről pontosan beszámolni. Az alábbiakban az *alapszintű* fizikaoktatásunk 30 éves fejlődéséről kívánok néhány gondolattal megemlékezni. A fejlődés kellő érzékeltetéséhez azonban szükségképpen meg kell néznünk először az alapszintű fizikaoktatás helyzetét, állapotát a felszabadulás előtti években.

A felszabadulás előtt Magyarországon alapszintű (elemi iskolai) önálló fizikaoktatás tulajdonképpen nem volt. Ennek a ténynek az illusztrálására, bizonyítására szeretnék bemutatni néhány korabeli népiskolai olvasó- és tankönyvrészletet.

Az 1930-as években még csak 6 osztályos volt a népiskola. Ebben az időben használták a Kalász-féle „Magyar Olvasókönyvet” az V. és a VI. osztályban. E könyv VI. fejezetének címe: Olvasmányok a mezőgazdaság, ipar és kereskedelem köréből (199—259. o.). Néhány címszó ebből a fejezetből: Mikor lesz eső? A céhek; A beszélő szerszám; Történetek az „aranyparasztok”-ról; Munkástelepek; Az egyenlőség; A gőzhajó feltalálója; Motorok; A gyújtó feltalálója. A szabadalom.

A 40-es évek elején már több népiskola 8 osztályos az időközben megjelent új népiskolai törvény alapján, de a nyolc osztály bevezetése nem országos. A városi, illetve falusi iskolák számára színvonalban erősen eltérő tantervek és tankönyvek készülnek. Ez időben használják az „Olvasó- és tankönyv a népiskola VII—VIII. osztálya számára” című tankönyvet. Ebben a tankönyvben sincs tulajdonképpen önálló fizika. A „Természeti, gazdasági és egészségi ismeretek” egyaránt szerepelnek a VII. és a VIII. osztályban (201—244. o., illetve 464—511. o.). Néhány címszó ezekből a fejezetekből (a „falusi” tankönyvből): Házigyógyasztár, kuruzslás; A levegő súlya és nyomása; A levegő és víz felhajtóereje. Repülés, úszás, hajózás; A mezőgazdaságban használt gépek és eszközök; A mágnesség gyakorlati alkalmazása; Az elektromos áram; A villám. Magatartás viharban; Távíró, telefon, rádió.

Vegyük hozzá ehhez, hogy a néhány oldalnyi fizikai vonatkozású tananyag-részletet milyen módszerekkel dolgozták fel! A tankönyv egyetlen ábrát sem tartalmazott az említettekkel kapcsolatban. Vajon, hány kísérletet láthattak az akkori tanulók? A tanulók jelentős része azonban még ehhez a heterogén, sekélyes, sok tekintetben zavaros „természettudományos” ismeretanyaghoz sem juthatott hozzá, mivel óriási volt a lemorzsolódás.

A fasiszta rombolás okozta súlyos sebek gyógyításával, az ország újjáépítésével párhuzamosan bontogatni kezdte szárnyait a népoktatás gyökeres megváltoztatásának a gondolata: hozzuk létre az *egységes*, minden gyermekre *kötelező*, alpműveltséget nyújtó *általános iskolát*! Szűnjön meg a munkás- és parasztgyermekeket sújtó megkülönböztetés; szűnjön meg az úrigyerekek, a nagygazdagyerekek, az anyagilag jól kvalifikált gyerekek privilégiuma! Ne különüljön el egymástól az elemi iskola felső négy osztálya, a polgári iskola és a gimnázium alsó négy osztálya! Részesüljön azonos színvonalú képzésben valamennyi 10—14 éves korú magyar gyermek!

Ezen elvek, gondolatok szellemében született meg 1946-ban az általános iskola. Az általános iskola tantervében — most már alapszinten is — önálló tárgyként jelenik meg a fizika, a 7. osztályban heti 3 órában. Az 1949-ben megjelent tankönyv a következő témaköröket tartalmazza: Hőtan, hangtan, mechanika, folyadékok és gázok, mágnességtan, elektromosságtan, fénytan.

A múlt öröksége azonban rendkívül súlyos a személyi és tárgyi feltételek tekintetében egyaránt. Nagyon kevés a szaktanár; gyakorlatilag nincs az iskolákban fizikai szertár. (A volt polgári iskolák és gimnáziumok felszereltsége is általában gyenge.) A felszabadult lelkesedés azonban csodákat művelt! A fizikai kísérletező eszközök legváltozatosabb példányait állítják elő sorozatban vagy egyedi darabokként a fizikát és az általános iskolai fizikatanítást kedvelő tanárok.

A személyi feltételek javítása érdekében 1948-ban megalakulnak a pedagógiai főiskolák. Feladatuk, hogy politikailag, pedagógiailag, erkölcsileg megbízható és szakmailag jól felkészült pedagógusokat képezzenek az általános iskolák számára.

Az 1950-es években már heti 5 órában tanítunk fizikát az általános iskolákban (a 7. osztályban 3 óra, a 8. osztályban 2 óra).

Az 1958-ban megjelent tanterv a tananyag felsorolása mellett meghatározza a tantervi követelményeket is. A tanterv a következő témaköröket tartalmazza: fénytani alapismeretek; mechanika; hőtani alapfogalmak (7. osztály); az elektromosság alapjelenségei: az elektromos áram; az elektromos áram hatásai; az elektromágneses indukció; elektromosság áramlása ritkított gázokban (8. osztály). A fentieken kívül mindkét osztályban meghatározott témájú ismeretterjesztő olvasmányok feldolgozását írja elő a tanterv.

A tanári demonstrációs kísérletek mellett megjelennek a tanulói kísérletekkel levezetett tanítási órák a tanulói aktivitást fokozott mértékben előtérbe helyező iskolákban. A tanulói kísérletek alkalmazása azonban nem volt általános és kötelező ebben az időben. (Tanulói kísérletezést alkalmaztak ugyan a felszabadulás előtt is, de nem széles körben, s főleg nem az elemi iskolában.)

Az oktatási rendszerünkről szóló 1961. évi III. törvény végrehajtásában jelentős lépés a 162/1962. M. M. számú utasítással kiadott, s kisebb módosítással jelenleg is érvényben levő általános iskolai tanterv. E tanterv az általános iskola célját, a fizikatanítás feladatát az új társadalmi feltételeknek megfelelően fogalmazza meg: tervszerűbb és hatékonyabb nevelést kíván, csökkenti bizo-

nyos mértékig a túlterhelést, és biztosítani kívánja az iskola és az élet szorosabb kapcsolatát.

A tanterv a fizika oktatását három évre terjeszti ki (6. osztályban heti 2 óra, 7. osztályban 2 óra, 8. osztályban 2 óra). Szorosabb koncentráció megvalósítására törekszik, elsősorban a természettudományos tantárgyakkal, a számtan-mértannal és a gyakorlati foglalkozással; meghatározott tárgykörökben kötelező fizikai gyakorlatokat vezet be, s kötelezővé teszi az új anyag feldolgozásába iktatott tanulói kísérleteket is; s üzemlátogatásokat ír elő.

Általános vélemény a tanárok körében, hogy a tanulói kísérletek nagyon hátkonnyá teszik a fizikai ismeretszerzést. A kötelező tanulói kísérletekhez, fizikai gyakorlatokhoz azonban megfelelő számú kísérleti eszköz szükséges. Ezen segít részben az ITG, majd a TANÉRT, részben a gyakorlati foglalkozást vezető tanárok és a fizikatanárok áldozatos munkája. A tömeges tanulói kísérletezés végül is polgárjogot nyer az általános iskolai fizikaoktatásban.

A megtanítandó ismeretek mennyisége azonban napról-napra gyorsuló tempóban növekedik. Újabb, jobb, hatékonyabb módszerek kidolgozására és alkalmazására van szükség. Megjelenik az Iskola-televízió, a programozás, a feladatlap.

Törvényszerűen következik, hogy a gyors fejlődés újabb igényeket támasztott az általános iskolai tanárképzéssel szemben is. A képzési idő a kezdeti két évről három, majd négy évre nőtt. 1948-ban még egyes főiskolák „szükségállapotban” valamelyik egyetem épületében kezdték életüket. Azóta hihetetlen mértékben gyarapodott az egyes tanszékek személyi és eszközellátottsága. Lehetővé váltak a magas szintű szakmai, tudományos és módszertani kutatások, a korszerű követelményeknek megfelelő nevelés, oktatás.

Vessünk néhány pillantást a jövőre! Ismét tovább akarunk lépni. Ennek a lépésnek az előkészítése napjaink egyik legsürgetőbb feladata. Alapvető kérdés: mi jelenleg, és mi lesz a társadalom igénye a jövő generációval szemben? A kérdés megválaszolása nem könnyű, és sokkal nehezebb a válasz után a helyes megoldáshoz eljutni. Annyi bizonyos, hogy új utakat kell keresnünk a természettudományos — és ezen belül a fizikai — alpműveltség kimunkálására, átadására, olyanokat, amelyek a jelenleginél hatékonyabbak, s jobban tükrözik a természetben tapasztalható összefüggéseket.

Alapfokú fizikaoktatásunk 30 év alatt elért eredményei valamennyiünk számára elgondolkodtatóak. Hogy volt lehetséges ennyi idő alatt, szinte a semmiből indulva eljutni erre a szintre? Mindez annak a tudatos és következetes művelődéspolitikának köszönhető, amelyet társadalmi rendszerünk 30 év óta követ.

IRODALOM

1. *Bori István*: A magyar fizikatanítás fejlődésének vázlata. (Tantárgytörténeti tanulmányok 2.) Tankönyvkiadó, 1963.
2. *Kalász*: Magyar Olvasókönyv V—VI. osztály számára (é. n.)
3. Olvasó- és tankönyv a népiskola VII—VIII. osztálya számára (é. n.)
4. *Vermes Miklós*: Természettan az általános iskolák VII. osztálya számára. Tankönyvkiadó N. V., 1949.
5. Tanterv az általános iskola V—VIII. osztálya számára. Tankönyvkiadó, 1958.
6. Tanterv és Utasítás az általános iskolák számára. Tankönyvkiadó, 1963.

Vidó Imre
adjunktus
Eger, Tanárképző Főiskola
Fizikai Tanszéke

Általános iskolai fizikatanári ankét Egerben

Az Eötvös Lóránd Fizikai Társulat Heves megyei Csoportja és a Ho Si Minh Tanárképző Főiskola Fizika tanszéke, 1974. október 18-tól október 20-ig, két és fél napos szakoktatási ankétot szervezett Egerben.

Az ankét tárgya: „A fizika helye az általános iskola integrált természettudománnyal oktatásában.”

Az ankét megnyitása után Dr. Marx György akadémikus tartott bevezető előadást „A természettudomány oktatása megszakítás nélkül” címmel. Az igen érdekes előadásban kifejtette, hogy az iskolában tovább kell fejleszteni a gyermekeknek az óvodában, otthon, az utcán és a játszótéren szerzett tapasztalatait, és alapvető szerepet kell biztosítani a természet megismerésében a tapasztalatnak. A környező világ megismerése és a kölcsönhatások megértése az emberiség hosszú tapasztalatgyűjtésének eredménye. Minden gyermek bizonyos módon végigjárja az emberiség útját, és így jut el ismeretei birtokába. A jelenlegi iskolai oktatás, különösen az első időszakban, rengeteg memorizálandó anyagot ad, és kevés lehetőséget enged meg az önálló tapasztalatszerzésre, így a kölcsönhatásokról például az első gimnazisták alig tudnak, holott **kisgyermek**korban kölcsönhatásokon keresztül ismerték meg környezetüket.

Marx professzor ezután részletesebben elemezte a tér—idő—mozgás témakörét. Szóba került még a természettudományok közötti koordináció, illetőleg integráció kérdése az energia problémaköre szempontjából.

Délután Dr. Kedves Ferenc tanszékvezető egyetemi docens (Debrecen) tartott összefoglaló előadást az integrált és koordinált természettudományos oktatás problémáiról az általános iskolában. Ezen belül, az általános fogalmak tisztázása után, részletesebben esett szó a Magyar Tudományos Akadémia Elnökségi Közoktatási Bizottságának Természettudományi Albizottsága által javasolt tervről az általános iskolában. E tervben az első osztálytól a negyedik osztályig természetismeret (integrált fizikai, kémiai, biológiai ismeretek) tanítása, az 5. osztályban integrált biológia és földrajz mellett külön fizika, a 6. osztályban fizika és biológia, amely kettőt az energia fogalom kapcsolja össze (biológiában anyagcsere problémaköre), a 7. osztályban fizika, kémia és biológia, a 8.-ban kémia és biológia külön tantárgyként szerepel. A felépítésében a fizika mellett a kémia is segítséget nyújt biológiai folyamatok pontosabb megértéséhez.

Dr. Pálffy Györgyné főiskolai docens (Pécs) részletesen tájékoztatta a résztvevőket az alsó tagozatos *természetismeret* élettelen természeti vonatkozásairól, amelyben a koncepció ismertetésén túl, beszámolt az oktatás eddigi tapasztalatairól. A pécsi Tanárképző Főiskolán kezdeményezett kísérletsorozat szerint az általános iskola 1. osztályában az anyag kvalitatív tulajdonságaival, a 2. osztályban mérhető tulajdonságaival ismerkednek meg a tanulók. A 3. osztályban megtanulják a kölcsönhatások különféle fajtáit, megismerkednek a folyamatok időbeli lefolyásával, a megfordítható és nem megfordítható folyamatokkal, a 4. osztályban tanulják a helyzet és a mozgás relativitásának, viszonylagosságának a törvényét számos példán. Az eddigi oktatási tapasztalatok szerint az általános iskolai tanulók nagyon szívesen foglalkoznak ilyen kérdésekkel.

Csákány Antalné gimnáziumi tanár (Budapest) beszámolt egy oktatási kísérlet tapasztalatairól, az energia fogalmának kialakításáról a hőtan oktatásában. Megmutatta, hogy kölcsönhatások révén a mechanikai energiaforgalom mellett a hőtani energiafogalom is megbízhatóan kialakítható ezen a szinten.

A délutáni előadásokat követő hosszabb vitában a résztvevők számos általános, elvi és speciális gyakorlati problémát vetettek fel a jelenlegi oktatási ki-

sérletekkel kapcsolatban, és javaslatokat tettek jövőbeni kísérletekre. Az egyik alapvető probléma megfelelő tanárok kiképzése és a jelenleg oktató pedagógusok tovább-, illetőleg átképzése volt. A résztvevők egyetértettek abban, hogy más alapokra kell helyezni a természettudományos oktatást, és világosan látszott a tanárképzéssel szemben támasztott új követelmény is. Az azonban még nem világos, hogyan lehet e követelményeket optimálisan teljesíteni. Az általános és középiskolai oktatás problémáinak alapvető tisztázása az elsődleges feladat, és amint ez megtörtént, lehet majd — a követelmény ismeretében — a megfelelő tanárképzési rendszert kidolgozni.

Szombaton délelőtt *Szombathy Miklós* főiskolai adjunktus (Nyíregyháza) tartott előadást „A fizika mint tudomány és mint tantárgy a tanárképzésben” címmel. Ebben a tanárképző főiskolai gyakorlatban felmerülő elméleti fizikai oktatási problémák egyes részleteiről beszélt. A következő előadásban *Nyilas István* főiskolai adjunktus (Nyíregyháza) „A laboratóriumi gyakorlatok szerepe a fizikatanár-képzésben” címmel a főiskolai hallgatók laboratóriumi készségeinek kialakításáról és elemi manuális hiányosságokról beszélt. Ezután *dr. Nagy Mihály* gimnáziumi tanár (Debrecen) „Az általános iskolában szilárd test nyomdetektorral végezhető magfizikai kísérletek és demonstrációk” címmel tartott előadást, amelyben sok érdekes támpontot kaptak a résztvevők az iskolákban még kevésbé használt módszerekről.

Szombat délelőtt, az utolsó előadáson *dr. Varga Lajos* tanszékvezető docens (OPI, Budapest) részletesen ismertette a közelmúltban kidolgozott új általános iskolai óraterveket, amelyekről részletes vita alakult ki.

Vasárnap délelőtt *Tóth Eszter* gimnáziumi tanár (Budapest) a gimnázium I. osztályában bevezetett anyagszerkezet tárgy egyes problémáiról beszélt, „Mit igényel az elsős gimnazista az általános iskolai fizikától?” címmel. Részletesen szólt a modellezés jelentőségéről — mint kutatási és oktatási módszerről —, amely alapvetően elősegíti a mikrofolyamatok jobb megértését.

A Ho Si Minh Tanárképző Főiskola 2. gyakorló általános iskolájának zártláncú tv-berendezését *Somos János* tanszékvezető főiskolai tanár (Eger) ismertette. E rendszer jelentős szerepet játszik a tanárképzésben. Itt merült fel, hogy célszerű megszervezni a felsőoktatási intézmények között az audiovizuális anyagok cseréjét, a meglevő technikai eszközök megfelelő kihasználására.

Az ankét záróvitáját *Dr. Mátrai Tibor* tanszékvezető főiskolai tanár vezette. Ezen a négy tanárképző főiskola fizikai tanszékének képviselői röviden ismertették a kísérletre javasolt általános iskolai fizikatanterv-javaslatukat. Ezek két csoportba oszthatók: a hároméves fizika lineáris vagy csavarvonalyszerű felépítésű legyen. Ez utóbbi azt jelenti, hogy valamennyi fő témakör mindhárom osztályban emelkedő szinten megismétlődik. A lineáris felépítés a jelenlegi tantervhez áll közelebb, hátránya azonban, hogy az alacsonyabb absztrakcióképeséggel és matematikakészséggel rendelkező 6. osztályosok így nem ismerhetik meg megfelelően a mechanika és a hőtan kvalitatív törvényszerűségeit.

Az ankét társasági programja szombaton délután volt: a lipicai ménés megtekintése Szilvásváradon és vacsora Csipkés-kúton a Bükkfensíken. Az érdekes kiránduláson a résztvevők folytatták szakmai megbeszélésüket.

Valamennyi résztvevő igen hasznosnak ítélte ezt a jól megszervezett, kellemes környezetben megtartott ankétot. Azt állapítottuk meg sajnálattal, hogy sokkal több főiskolai és egyetemi oktató volt jelen, mint ahány általános iskolai tanár, pedig számukra rendezték ezt az ankétot.

Dr. Kedves Ferenc
tanszékvezető docens,
Debrecen, KLTE Alkalmazott Fizikai Tanszék

Néhány gondolat a természettudományos nevelésről egy tanácskozás után

Az elmúlt év októberében „A fizika szerepe az integrált természettudományi oktatásban” címen általános és középiskolai, valamint egyetemi szakemberek részvételével tanácskozást és tapasztalatcserét rendezett Egerben a Ho Si Minh Tanárképző Főiskola Fizika Tanszéke és az Eötvös Lóránd Fizikai Társulat. A tanácskozás az integrált természettudományos oktatás igen sok megoldásra váró problémáját vetette fel, és sok pedagógus számolt be kísérleti eredményeiről.

A *természettudományos nevelés* korai kezdésének és folyamatosságának igényét Marx György akadémikus fejtette ki igen meggyőzően. Egyet kell értenünk vele, hogy a természettudományos nevelésnek sem aránya, sem folyamatossága nem megoldott. Az a természetes és nagyjelentőségű ismerkedés a természettel (a környezettel), amelyet a gyerek csecsemőkorától kezdve végez, hogy hozzá alkalmazkodni tudjon, sőt a természetet igen korán átalakítani („legyőzni”) legyen képes, az iskolában mesterkéltté, hézagossá, esetlegessé válik.

A természettudományok nagy nevelő értékét az emberiség haladó elméi már rég felismerték. A XIX. században elemi erővel jelentkezett a követelés a természettudományokra alapozott nevelés érdekében. Az orosz forradalmi demokrata Herzen szerint: „A természettudománnyal kellene kezdeni a nevelést, hogy a serdülő elmét megtisztítsuk az előítéletektől, és lehetőséget adjunk neki arra, hogy ezen az egészséges táplálékon fejlődjék.” Az iskola ma sem ezzel kezdi a nevelést.

A helyes megoldás érdekében meg kell gondolnunk, hogy a kisgyermek első eszmélésétől spontán tevékenysége révén ismerkedik a természettel (környezettel). E spontán, természetes tevékenység számára az óvoda is tág teret biztosít, de már megjelenik az irányított tevékenység is. Az óvoda — nagyon ügyesen — nem kényszerít a tevékenységre, hanem lehetőséget nyújt rá. Az iskola viszont egyszerre merev keretek között kívánja irányítani a tanulók tevékenységét, és a természettel, környezettel való ismerkedés folytatása helyett egyszerre elvont ismeretekkel kezdi tömni őket. Itt a nagy szakadás, amelyet Marx György vitaindítója jól érzékeltetett. Emellett egyéb döbbenetes tények is tanúskodnak az óvodai és iskolai nevelés között tátongó hézagról: a napi mozgásadat (testi nevelés), a célszerű és játékos tevékenységek (gondolkodás-fejlesztés), az éneklés, rajzolás (művészeti nevelés), a mesélés (fantáziafejlesztés, érzelmi nevelés), a verstanulás (emlékezetfejlesztés) ijesztő csökkenése, a közösségi életformák és tevékenységek elsorvadása stb.

Visszaemlékszem Dienes György kanadai matematikusnak a Köznevelésben adott interjújára. Igen meggyőzően, nagy lelkesedéssel ecsetelte a játékban rejlő nagy matematikai képzési lehetőséget. A játék a gondolkodás fejlesztésének s egyben a közösségi ember személyiségvonásai kialakulásának legalkalmasabb tevékenységi formája. Az óvoda erre alapoz, az iskola csak tud erről, és sóvárog utána. Hol vannak a természettudományos neveléshez szükséges, megfelelő tevékenységet biztosító játékok, eszközök?

Azt nem lehet tagadni, hogy a spontán cselekvésnek valahol, valamilyen módon az irányított cselekvésbe kell átnőnie, mert spontán tanulással nem lehet átörökiteni az emberiség felhalmozott és a továbbfejlődéshez nélkülözhetetlen értékeit (ismereteket, tevékenységeket, neveltséget, képességeket). Az is világos, hogy az irányított tanulás közben kell eljutnia a tanulónak az önálló, tudatos tanulás szintjére. Az iskolai nevelésnek azt kell megtalálnia, hogy a spontán

tevékenységet (tanulást) hogyan, milyen fokozatokban és eszközökkel váltsa fel az irányított majd a tudatos tanulási tevékenység, amikor már szóbeli és írásbeli információk felfogásával és feldolgozásával is képes tanulni.

Kísérletek folynak arra vonatkozóan, hogyan lehetne a természettudományos nevelést az általános iskola első osztályától kezdve, irányított tevékenység útján folyamatossá tenni. Ezt a kísérletet dr. Pálffy Györgyné (Pécs, Tanárképző Főiskola) kezdte el (ma már sok iskolában folytatják), s ő számolt be erről, valamint a külföldi megoldásokról.

Az alsó tagozati környezetismeret keretében (sőt az olvasásban is) eddig is volt lehetőség természettudományos nevelésre. Ennek koncepciója nem ismeretes és a lehetőségek határain jóval belül van, módszerében pedig igen messze van attól a követelménytől, hogy a gyermek spontán és irányított tevékenység segítségével ismerkedjék a természettel.

Mind a lehetőségek, mind a módszer kimunkálása szempontjából hallatlan nagy jelentőségű az alsó tagozati természettudományos nevelés kísérlete. Kár, hogy lényegében csak a fizikai jelenségekkel való ismerkedésre szorítkozik. Érdemes lenne a kísérletet úgy kiterjeszteni, hogy a környező világgal (természettel és társadalommal) való ismerkedés, a hozzá alkalmazkodás, az átalakítás tevékenysége egységes koncepció (tartalom és módszer) szerint történjék. Megismerkedtünk néhány lehetőséggel a módszereket illetően. Megnéztünk egy amerikai filmet, amelyen láttuk, hogyan és milyen eszközökkel tevékenykednek a gyerekek. Elhangzott olyan kijelentés, hogy a látottak nem jelentenek reális megoldási lehetőséget. Én az ellenkező véleményen vagyok: az általános iskolai gyakorlati foglalkozáson az egész alsó tagozat természettudományos eszközszükségletét el lehet készíttetni (néhány játék kivételével, amelyek viszont már így is ott vannak a napközi otthonokban). Ugyancsak megragadott a japán természettudományos nevelés koncepciója, amelyben komoly szerep jut a tanulók alkotó tevékenységének is: maguk is készítenek tárgyakat, eszközöket. Úgy látszik, hogy a környezetismeretben a gyakorlati munka részét képezhetné az egységes természettudományos nevelésnek.

Nem hallgathatom el az ismertetett kísérletekről bizonyos aggályaimat sem. Igen soknak és korainak találom a feladatlapon történő tevékenységet. A papír nem helyettesítheti a játékot, az eszközökkel végzett tényleges tevékenységet. A rajz csak a valóság megismerése után következhet, hiszen a rajz is absztrakció. Elhiszem, hogy a mozgás relativitását, a vonatkoztatás szükségességét meg lehet értetni már az alsó tagozatos tanulókkal is. Úgy fest azonban, hogy a sok tényleges tapasztalatot az O-báccsival kapcsolatos elképzelések helyettesítik. Nem beleképzelgetnünk kell a tanulókat O-bácsi helyzetébe, hanem oda kell helyeznünk őket. A konkrét érzékelés, tapasztalatok nélkül nem alakulhat ki — az ismerkedés (tanulás) ezen fókán — helyes kép a világról.

Az integrált és koordinált természettudományos oktatás fogalmának tisztázása szerepelt dr. Kedves Ferenc debreceni egyetemi docens előadásában.

Az integrált természettudományos oktatás a tantárgyi keretek nélkül képzelet feladata megoldását. Így látja lehetőséget az egymásra épülést, a fölösleges ismétlődések, ellentmondó terminológiák stb. kiküszöbölését, és a világ meglevő egységének a tanuló tudatában való fennmaradását, ill. kialakítását. A koordinált természettudományos oktatás a tantárgyi keretek fenntartásával kívánja ugyanezt elérni. Mindkét koncepció nehézségeket rejt magában.

Integrált természettudományos oktatás esetén szélesebb természettudományos műveltségű pedagógusokra van szükség, mint a jelenlegi szakosítottsággal rendelkezők. A szaktudás szélesítése, új pedagógusképzési és átképzési gondokat

jelent (a munkaerő-gazdálkodásról nem beszélve). Megítélésem szerint az általános iskolában ez jelenthetne kisebb problémát, hiszen a természettudományos oktatás jelenlegi tananyagának elsajátíttatása a biológia, földrajz, fizika, kémia szakos pedagógusokkal nem jelenthet gondot jó kézikönyvek segítségével még önálló tanulással sem. (Hát még jó, programozott könyvekkel!) Ha pedig ehhez hozzá számítjuk az audiovizuális berendezésekben és ismerethordozókban, valamint a programozott oktatásban rejlő lehetőségeket, akkor legkisebb gondot — véleményem szerint — a szakosítottság jelenlegi megosztása jelenthetne az integrált természettudományos oktatásban. Azt hiszem, hogy a gimnáziumban lényegében ugyanez a helyzet.

A munkaerőgazdálkodási problémák megoldására felmerült az a lehetőség is, hogy az egyes szakemberek ne tantárgyat, hanem a természettudományos nevelés keretében problémaköröket tanítsanak; ekkor az átképzési gondok is csökkennének. Ez ellen vetették fel a tanulók elbírálásának nehézségét (szerintem eltúlozva), valamint az órarendek elkészítésének és a heti kötelező pedagógus óraszámhoz való merev ragaszkodás nehézségét. Az egész tanévre — esetleg kisebb ciklusokra — megállapítható kötelező óraszámok, változó órarendek ezt a problémát csökkenthetnék.

Megítélésem szerint nagyobb gond az integráció tartalmi megoldása. Addig míg a gyermek közvetlen környezetének megismerése a feladat és azzal kapcsolatos tevékenységeket kell számára biztosítani, számára a világ természetes egységként jelentkezik. Ahogyan szélesítjük körülötte a világot, annál inkább más (fizikai, biológiai, kémiai, földrajzi, földtani, csillagászati) oldalról kell közelítenünk megismerését. A megismerés magától hullik szét „tantárgyakra”. Ezt bizonyítják azok a külföldi tankönyvek, amelyekbe módunkban van bepillantani. Nem „tantárgyak” futnak egymás mellett, hanem „tantárgyak” következnek egymás után. Növényteni fejezetet csillagászati követ stb., mert az egymásra építettség valamilyen perspektíva szempontjából ezt igényli. Ez viszont éppen úgy nem jelenti a gyermek számára kiszélesített világ integrált szemléletét, mint ahogyan az egymás mellett futó tantárgyak sem jelentették.

A koordinált természettudományos nevelés nem okoz újabb szakképzettségi és munkaerőgazdálkodási, szervezési gondokat, ha arányait a művészeti és társadalom tudományi nevelés rovására vagy előnyére nem változtatjuk meg. A természettudományos nevelés szélesítése azonban éppen a bevezetőben mondtak alapján szükségessé vált. Ez pedig mégis csak jelentene munkaerő-problémákat.

A koordinációt azonban — úgy látszik — nem lehet maradéktalanul megoldani: pl. az elkerülhetetlen ismétlődéseket. De olyan nagy baj ez? Éppen az egyes tantárgyakban szerzett ismeretek és elsajátított tevékenységek más vonatkozásban történő ismétlődése, alkalmazása segítené az egységes természetelmélet kialakulását s egyéb ismert előnyökkel is járna a személyiség fejlődésében.

A koordináció tulajdonképpen elsősorban tantervkészítési gond, ezért megoldása egyszerűbbnek látszik. Maradéktalan végrehajtásához azonban szakítanunk kellene e vonatkozásban is a merev, egész évre tervezett tantárgyakkal s a szigorú heti óraszámokkal. Elképzelhető lenne a váltakozó heti óraszám s csak a tanév egy-egy ciklusára szóló tantárgy. Így az oktatás egy időben sok tantárgyra szabdalása is csökkenne, az egymásra építettség lehetősége kitarulna.

Mindezekből az következne, hogy a gyermek a környező világgal való ismerkedést a világból kiindulva végezze, tehát integrált természettudományos nevelésben és oktatásban részesüljön mindaddig, amíg ez nem igényli a szaktudo-

mányok (tantárgyak) tanítását, s amíg ez pedagógiai és egyéb tényezők figyelembevételével lehetséges. Időnként — amint ez szükségessé és lehetségesé válik — az egységes világképet kialakító tárgyalásmóddhoz is folyamodni kell. Ezt a lehetőséget látszik bizonyítani az MTA Elnökségi Közoktatási Bizottsága Természettudományi albizottságának elképzelése szerinti gimnáziumi kísérlet.

Biztató jeleket látok abban az 1978-ban bevezetendő óratervi megoldásban, amelyet az OM tantervi bizottsága jóváhagyott és amelyet dr. Varga Lajos főiskolai docens ismertetett. E szerint az első öt osztályban az általános iskolában integrált természettudományos nevelés folynék, s a hatodik osztálytól kezdve kerülne sor a természettudományok tantárgyi keretben történő oktatására. Ebből a tervből kevésbé derül ki a koordinálás lehetősége mint a gimnáziumében, ahol tantárgyak szerint ugyan, de már a koordinálás lehetőségét (s bizonyos fokú integrációt is) észre lehet venni.

Biztató jeleket és megoldást említettem. Ugyanis az óratervben a természettudományos nevelés és oktatás időbeli lehetőségei nem a szükséges mértékben nőttek. Ennek az aggodalomnak adott hangot Marx György is. Nem üdvözlhető pl. az a tény, hogy az első három osztályban a környezetismeretre mindössze heti 2 óra fordítható. A minden természettudományos oktatás alapját képező fizika tantárgy pedig megmaradt az eddigi lehetőségek kereteiben (ha azt a lehetőséget nem tekintjük, amely az első öt osztály környezetismeretében rejlik). Ha ezt reális lehetőségnek lehet tekinteni az első osztálytól kezdve az ötödikig, akkor a hatodik osztályban folytatható — módszerében ugyancsak a tanulói tevékenységre alapozó — fizikaoktatás (s ezzel együtt az egész természettudományos nevelés) megnövekedett lehetőségek birtokában oldhatja meg feladatait.

Felmerült közöttünk — természetszerűen — a „folytatás” megoldása is. Magam azt a nézetet támogatom és vallom, hogy a hatodik osztályban „rendszer nélkül” kell kiterjeszteni, bővíteni a tanulók fizikai ismereteit, elősegíteni a fizikai környezethez való alkalmazkodást, biztosítani az ehhez szükséges tevékenységeket. A hetedik és nyolcadik osztályban kellene rendszerezni, elmélyíteni, produktívan alkalmazhatóvá tenni azokat a fizikai ismereteket, amelyek a termelésbe belépni kívánó tanulók számára multhatatlanul szükségesek és amelyekre a középiskolai oktatás alapozhat (ill. amelyekre alapoznia kell). Elismerem, hogy ezek a gondolatok a gyakorlati tantervi munka során sok vitára adhatnak alkalmat, ha egyáltalán tekintetbe vehetők.

Befejezésül a legsúlyosabb aggodalmamnak szeretnék hangot adni. Több évtizede vagyok fizikatanár, pedagógus. Sok fizikatanári tanácskozáson, ankéton vettem részt. Mi fizikatanárok azonban mindig a gimnázium szemszögéből vitattuk a tantárgy helyzetét (múltját, jelenét és jövőjét). Most Egerben is ez történt. Ez pedig — amikor a gyerekek többsége nem gimnáziumban folytatja tanulmányait, felkészülését a szocialista társadalomban történő aktív közreműködésre — az ifjúság természettudományos nevelése megoldása szempontjából meg nem ismételhető hiba. A fizika oktatása segítségével történő természettudományos nevelésért mi, fizikatanárok ennél többet tehetünk.

Bellay László

igazgató,
Ált. Iskola

Budapest, XIII., Radnóti M. u. 8–10.

A hőtán tanításának egy módja az általános iskolában

A közeljövőben bevezetésre kerülő tantervi reformok kidolgozásának előkészítése, valamint az 1972-es párthatározat készítettek arra, hogy a jelenlegi óratervi keretek között korszerűsíteni próbáljam a fizika tananyagát. Célul tűztem ki egyfelől azt, hogy a jelenleginél közelebb kerüljön egymáshoz a fizika, a kémia és a földrajz tantárgyak ismeretanyaga, és az egyes tantárgyak keretén belül tanított ismeretek elősegítsék a tanulók egységes természettudományos világképének kialakulását. Másrészt célom volt az is, hogy megkönnyítsem a tanulók számára a természettudományokban való tájékozódást, hogy a több tantárgyban használt fogalmakat, mennyiségeket a tanulók azonos értelemben használhassák. Ehhez természetesen szükség volt a kémia tanárával való rendszeres együttműködésre.

Ezért a tantervi témakörök sorrendjének felcserélésével, a tankönyvitől eltérő sorrendben tanítottam az általános iskola 6. és 7. osztályában a fizikát. Több olyan témakört is tanítottam, amely az általános iskolai tanítási gyakorlatban nem szerepel, de véleményem szerint fontos és a 12—13 éves gyerekeket érdekli. Így került szóba pl. a vonatkoztatási rendszer, a tér és idő fogalma és relativitása, a bolygómozgás és a gravitációs erő kapcsolata, a súly és súlytalanság, a fény anyagi voltát igazoló jelenségek stb. A hőtani jelenségek tárgyalása pedig a mozgó részecskékből álló modellre épült. A jelenségeket energetikai szempontból írtuk le.

Mindezt sok egyéni és tanári demonstrációs kísérlettel, problémafelvetés és -elemzés módszerével végeztem. Tapasztalatom szerint a tanulók ismereteiket különösebb erőfeszítés nélkül, a tanórákon szerezték és rögzítették. A témázáró dolgozatok azt mutatták, hogy a tanulók megértették ezeknek az általános iskolai tanítási gyakorlatban szokatlan témaköröknek a tananyagát is. (Egy 42-es létszámú, átlagos képességű és szorgalmú osztályban végeztem a kísérletet.)

A 6. és 7. osztályban tanított témakörök sorrendben: fénytan; vonatkoztatási rendszer; hely, mozgás, idő relativitása, időmérés; az egyenes vonalú egyenletes mozgás kinematikája; a testek tehetetlensége; az erő értelmezése (mint a sebességváltozást létrehozó kölcsönhatás); több erő létrehozhat alakváltozást; a testek rugalmas tulajdonsága; az alakváltozás (mint az erőmérés egyik alapja); erő—ellenő; az egyensúly feltétele; a súrlódási erő; a körmozgás dinamikai leírása; bolygómozgás; nyugvó és eső testek súlya, súlytalanság; a fajsúly; a nyomás; hidrosztatika; a munka, teljesítmény, forgatónyomaték, egyszerű gépek; energia fogalma, fajtái és a változás módjai. (Ezt a sorrendet a tanítási tapasztalatok alapján ma már módosítanám.)

Itt jutottam el mondanivalóm lényegéhez. Mindezt azonban előre kellett bocsanom, hogy világos legyen miért érthették meg a következőket minden nehézség nélkül a tanulók, sőt miért voltak élvezetesek ezek az órák is a tanulók és a tanár számára egyaránt.

A hőtani fejezetet szintén a kölcsönhatások vizsgálatával kezdtük. Sok-sok jelenséget vizsgáltunk meg olyan szempontból, hogy az egymással kölcsönhatásban levő testek mindegyikén jelzi valami a kölcsönhatást. Szerepelt ebben a kísérletsorozatban hőmérséklet kiegyenlítődési folyamat, halmazállapotváltozás, ingák mozgása, fluoreszkálás, izzólámpa világítása zsebleppel való összekapcsoláskor, sőt megjegyeztük, hogy a csecsemők növekedése is a táplálékkal és a levegővel való kölcsönhatások eredménye.

Minderre azért volt szükség, hogy belássák a tanulók, a testeknek van olyan tulajdonsága, amely következtében megfelelő körülmények között változást képesek létrehozni a környezetükön. Ezt a tulajdonságot neveztük energiának. (Nagyon ügyeltem arra, hogy az energia ne váljék intenzív állapotjelző jelleghűvé a gyerekek tudatában. A megfigyelt jelenségek elemzésekor, a fogalom kialakításakor volt ez fontos.)

Megállapítottuk: mindegyik kölcsönhatást jellemzi, hogy a folyamat során az egyik test valamilyen tulajdonsága növekszik, a másiké csökken. Pl. az egyik inga sebessége megszűnik, annak pedig amivel ütközött sebessége lett; az egyik test hőmérséklete csökken, a másiké meg nő; a napfény elnyelődik a növényben, a növény növekszik stb. Mintha valami az egyik testből átmenne a másikba.

Jellemeztük a különböző *energiafajtákat*.

Testeket soroltunk fel, amelyek valamilyen ok miatt képesek változást létrehozni a környezetükön.

A felemelt test (pl. víz), összenyomott, sűrített gáz, vasgolyó egy mágnes közelében, összenyomott vagy kihúzott rugó helyzete miatt képes változás létrehozására. Ezekre a testekre azt mondjuk, *helyzeti energiájuk* van.

Megállapítottuk, hogy a Föld körüli térben a testeknek ezt a tulajdonságát a test súlyának és valamilyen viszonyítási szintnek a testtől való távolságának szorzatával lehet mérni. Észrevettük azt is, hogy a testek ilyenfajta tulajdonságát, energiáját más testeknek a vizsgált testen végzett munkavégzésével lehet növelni. Sőt: a befektetett munka éppen az energia növekedésével egyenlő.

Tulajdonképpen ebbe a csoportba tartoznak a következő energiafajták is, mégis külön csoportba szoktuk sorolni őket:

Elektromos energia. Csak annyit mondtunk róla, hogy az elektromos árammal kapcsolatos. Azt azonban, hogy a környezetén változást tud létrehozni, a tanulók számára a környezetükben levő sok elektromotor, elektromos háztartási gép, elektromos szikra meggyőzően bizonyítja. (Többet majd a 8. osztályban tanulunk róla.)

Kémiai energia: az atomok, molekulák kölcsönhatásában nyilvánul meg. (A tanulók kémiában tanultak az atomok, molekulák létéről, sőt azt is tudják, hogy állandó mozgásban vannak. Ezek a 7. osztályos kémiakönyv 51. és 68. oldalán olvashatók.) Erre sok példát tudnak mondani már a II. félévben a gyerekek: $2C + O_2 = 2CO_2$, vagy $2Cu + O_2 = 2CuO$ vagy egyéb égési folyamatot.

Idetartoznak a biológiában tanult anyagsere folyamatok is. Pl. a növény, a víz, a levegő széndioxidja és a napfény segítségével építi fel új sejtjeit. Ez — bár az előzőeknél sokkal bonyolultabb, de lényegében kémiai folyamat. Ezt a fajta energiát szokás *biológiai energiának* nevezni.

Az osztály tájékozottságától függően néhány percben meg lehet említeni az atomenergiát, az atom részeinek egymásra hatásával járó folyamatok okát is.

Az energiák másik nagy csoportja a *mozgási energia*. A mechanikai mozgással kapcsolatos energia mértékéül azt a munkát választjuk, amit sebességének elvesztése közben tud végezni egy test, ill. azt, amit a felgyorsításához más testeknek rajta kell végezni. Ezután beszéltünk a fény energiahordozó tulajdonságáról. Erre is sok példát tudnak a tanulók: a fény megváltoztatja a testek színét, az élővilág kialakulásában döntő jelentőségű stb.

Itt lehet a belső energia fogalmát előkészíteni. A tanulók tudják, hogy a test részecskéi rendszertelenül mozognak, és ez a mozgás független a test más testekhez viszonyított mozgásától. Az ebből származó energiát nevezzük belső energiának a légnemű testeknél. A cseppfolyós és szilárd testeknél ehhez még hozzá-

adódik a test részecskéinek egymáshoz viszonyított helyzeti energiája is, ami a test részecskéinek egymásra kifejtett erőhatásából származik.

Ezután tértünk át a *hőmérséklet értelmezésére*.

Abból indultunk ki, hogy munkavégzés árán — mint már tanultuk —, a test valamilyen, jelen esetben belső energiája nő. Ugyanakkor azt tapasztaljuk, hogy a test melegebb lesz. Ebből következtethetünk arra, hogy egy test akkor melegebb, magasabb a hőmérséklete, mint korábban volt, ha részecskéinek rendszertelen mozgása gyorsabb, mint az energiaközlés előtt.

Tapasztaljuk továbbá azt is, hogy a különböző hőmérsékletű testek érintkezésekor a hőmérsékletük kiegyenlítődik. Vagyis, energia áramlik a melegebb testből a hidegebbe. A környezeténél melegebb test tehát energiaforrás vagy megszokottabb elnevezéssel hőforrás.

A következő témakör a *hőmérséklet mérése*.

Megfigyeljük, hogy a hőmérséklet-változáskor a testeknek sok tulajdonsága változik meg, pl. térfogatuk, hosszuk, színük, rugalmasságuk. Ezt a gyakorlati életben figyelembe kell venni. Tehát ezen tulajdonságok bármelyike alkalmas lehet a hőmérsékletváltozás jelzésére. A mindennapi életben a folyadék térfogatváltozásán alapuló hőmérők terjedtek el a legjobban. A hőmérsékleti skála elkészítéséhez önkényesen lehet megválasztani az „alappontokat” és az 1° hőmérsékletváltozás nagyságát. Kísérletileg vizsgáltuk meg, hogy az olvadó jég és a forrásban levő víz állapota miért választható „alappontként”. A velük érintkező adott mennyiségű folyadék mindig ugyanakkora térfogatú; reprodukálható állapotot jelentenek.)

Beszéltünk a különböző fajta hőmérőkről a 6. osztályos tankönyv alapján.

Ezeket követte a másik nagy témakör: az *energia átalakulásával kapcsolatos folyamatok vizsgálata*.

Újra végiggondoltuk a bevezetőben végzett sok-sok kísérletet és tanári vezetéssel azokat két csoportba osztottuk. Az egyik csoportba írtuk a mechanikai munkavégzéssel járó folyamatokat, energiaátalakulásokat. Pl. fűrészeléskor mozgási energia alakul belső energiává, vagy a megfeszített rugó helyzeti energiája alakul a hozzákötött kiskocsi mozgási energiájává stb.

A másik csoportba azok a folyamatok kerültek, amelyekben mechanikai munkavégzés nélkül történik az energia átalakulása. Pl. égéskor a kémiai energia alakul fénné és az égéstermékek mozgási energiájává, azaz belső energiává, vagy a fény energiája alakul a növényekben létrejövő bonyolult szerves molekulákban kémiai energiává, az izzólámpában a telep elektromos energiája alakul fénné és belső energiává stb.

Így jutunk el a hőtan I. főtételéhez:

$$\Delta E_b = W + Q;$$

ahol Q -val jelöljük a nem mechanikai munkavégzéssel járó energiaváltozásokat. Ezeket szokás hőcserének is nevezni.

Mérőkísérletekkel állapítjuk meg, hogy Q mértéke, ha halmazállapotváltozás nincs a $c.m. \Delta t$ szorzattal mérhető. Bevezetjük a fajhőt, mint anyagi állandót, aminek mértékegysége $1 \text{ mkp/kg } ^\circ\text{C}$, természetesen. Azért, mert a táblázatokban más mértékegység szerepel, itt tisztázzuk a mkp és kcal közötti kapcsolatot. Ez azonban ebben a tárgyalási módban nem elvi jelentőségű. Megtanulnivaló, de nem a lényeges, elvi kérdéseket érintő tény.

Sok feladatot oldunk meg számítással, de a fizikai lényeg jobb bevezetése érdekében nem használjuk a „képlet”-et. A feladatokat mindig következtetéssel oldjuk meg, a 7. osztályos tankönyv módszerét követve.

Ezután vizsgáltuk a halmazállapot-változással járó folyamatokat az energiacsere szempontjából. Mérések alapján jutunk el az „olvadási” és „forrási” görbékhez, értelmezzük az olvadási és forráshőt. Ebben a szemléletben az olvadási hő számértéke az az *energia*, amely az olvadásponton levő anyag 1 kg-jának megolvasztásához szükséges. Mértékegysége 1 mkp/kg, ill. más mértékegységekben 1 kcal/kg.

Így a 6. és 7. osztályos tankönyv vonatkozó fejezeteit felváltva tanultuk.

A hőterjedés helyett is — az előzőek értelmében — energiaterjedésről beszéltünk.

Ezzel a tárgyalásmóddal sikerült a „hő” körüli rejtélyeket eloszlatni, és tapasztalatom szerint a tanulók fejében világos, tiszta fogalmak alakultak ki.

Igyekeztem nagyon hangsúlyozni, hogy a *test* egyes *állapotait* jellemzi a hőmérséklet, a belső energia, és a munkavégzés, ill. a hőcsere energiaváltozással járó *folyamatai*. Ezért nem szerepelt semmilyen mondatban a hőenergia kifejezés, ami, bár rendkívül elterjedt kifejezés, értelemzavaró. Melegítéskor nem „hőt” közlünk a testtel, hanem energiát!

Alkalmas az ilyen felépítés az energia fogalmának általános, a fizikán messze túlmutató voltának bemutatására. Erre pedig rendkívül nagy szükség van, mert már az általános iskolában is gyakran használják a gyerekek az energia fogalmát kémia- és biológia-, de még földrajzórán is. Ott nem alapozzák meg, nem is vizsgálják a szó jelentését, csak használják. Abban a hitben, hogy a gyerekek már biztosan tudják, hogy mi az energia. Ha pedig a fizika foglalkozik a fogalom kialakításával, sőt a 8. osztályban a galvánelemekkel kapcsolatban saját maga is említi, hogy kémiai energia alakul át elektromos energiává (8. osztályos fizikatankönyv 24. oldal), akkor semmiképpen sem szűkítheti az energia értelmezését a mechanikai energiákra. Szükség van az energia tágabb értelmezésére azért is, mert a középiskolákban előbb használják kémia és biológiaórákon a gyerekek az energia fogalmát, mint ahogy a fizika a mechanikai energiát értelmezi.

Az első próbálkozás bizonyára sokat változik a későbbi tanítási gyakorlatban. Az első lépés bár mindig bizonytalanabb, mint az azt követőek, de a legnehezebb.

Csákány Antalné

vezető tanár,
Budapest, ELTE

Radnóti Miklós Gyakorló Iskola

Felhívjuk olvasóink figyelmét:

Franyó István: A fizika és a kémia nyelve az Élővilágban
című írására.

Megjelent A Biológia Tanítása 1975. évf. 1. számában.

A környezetvédelemmel kapcsolatos oktatási és nevelési lehetőségek az általános iskolai fizikatanításban

A múlt évben hazánkban is megalakult a Környezetvédelmi Oktatási Bizottság. E bizottság feladata, hogy javaslataival, közreműködésével segítse a környezetvédelemmel kapcsolatos pedagógiai kutatómunkát, a környezetvédelemmel összefüggő iskolai nevelési, oktatási feladatok, lehetőségek feltárását, gyakorlati megvalósítását. Az alábbiakban közöljük azt az előterjesztést, amelyet a bizottság egyik ülésén megvitatott és elfogadott.

A jelenleg érvényben levő általános iskolai fizikatanterv számos anyag részesül kapcsolatosan ad lehetőséget környezetvédelmi ismeretek nyújtására és az ezzel összefüggő nevelési feladatok megvalósítására. E lehetőségek egy részét érvényre juttatják a jelenleg használatban levő általános iskolai fizikatanönyvek is, a lehetőségek további részét pedig a tanterv és a tankönyvek elemzése és a környezetvédelmi feladatok egybevetése révén kell feltárnunk.

6. osztály

A párolgás jelenségének tanításával kapcsolatban jó lehetőség kínálkozik a természetes vízforgalom egyensúlyának elképzeltetésére s ezzel kapcsolatos néhány érdekes adat olvasmány formájában történő közlésére. (Az óceánok és a kontinensek felületéről elpárolgó víz, valamint a Föld felszínére visszahulló csapadékmennyiség összehasonlítása.)

A lecsapódás jelenségének tanítása hasonló lehetőségeket kínál a természetes vízforgalom egyensúlyának érzékeltetésére. (A légkör víztartalma, a csapadék szerepe az ember, az állat és a növény életében.)

A csapadék keletkezésének fizikai magyarázatához kapcsolódva olyan olvasmányt tartalmaz a fizikatanönyv, amely az erdők talajnedvesség-megőrző hatásáról, az erdőtelepítés jelentőségéről szól. Az olvasmány végén a következő felhívás olvasható: Óvd a fiatal facsemetéket, az erdők, a parkok fáit! (6. osztályos tankönyv 96. o.)

A víz fagyás közben történő térfogat-növekedéséhez kapcsolódó olvasmányban a tankönyv fizikai magyarázatot ad arra, hogy miért nem fagnak be télen fenéig a mély állóvizek, tavak. E gondolatsor folytatása lehet annak közlése, hogy tulajdonképpen a fennálló körülmények környezeti tényezők együttes hatása teszi lehetővé, hogy a halak a befagyott tavak jege alatt is életben maradjanak. (6. osztályos tankönyv 77. o.)

7. osztály

A közlekedőedények törvényének megismerését követően olvasmányként ír a tankönyv a víz körforgásáról és az öntözősatorna rendszerekről. Ehhez kapcsolódóan lehetőség nyílik szót ejteni a természetben lejátszódó vízforgalom egyensúlyáról, illetve az ésszerű vízgazdálkodás szükségességéről. (7. osztályos tankönyv 39. o.)

A hajszálcsövességre vonatkozó fizikai ismeretek feldolgozása után a tankönyv többek között megemlíti, hogy a kapálással s általában a talajműveléssel elősegíthetjük a talaj víztartalmának a megőrzését. Szól a tankönyv arról is az egyik kis olvasmányban, hogy a helytelen vízgazdálkodás következménye lehet a szikesedés is. (7. osztályos tankönyv 41–42. o.)

Az energiaátalakulással kapcsolatosan a tankönyv ismerteti a világ legnagyobb vízerőműveit, s hazánk felszabadulása után épült vízerőműveit. Környezetvédelmi szempontból jelentős az a tény, hogy a vízerőművek duzzasztóművei egyúttal lehetőséget teremtenek a felszíni vízkészlettel való gazdálkodásra, az egyenletesebb idő- és térbeli elosztásra. (7. osztályos tankönyv 175. o.)

A hőforrások fogalmához kapcsolódóan táblázatot közöl a tankönyv arról, hogy mennyi hő keletkezik 1—1 kg tüzelőanyag elégetésekor. Ezeknek az adatoknak a felhasználásával számításos feladatokat is oldanak meg a tanulók. Az eddigieken túlmenően kíváncsú arra is szólnunk, hogy melyik anyag milyen mértékben szennyezi a levegőt. A tüzelőanyag megválasztásának tehát nemcsak az égéshő, hanem a szennyeződés mértéke is egyik fontos szempontja. (7. osztályos tankönyv 184. o.)

A hő terjedési módjai közül a hőáramlás jelent legtöbb lehetőséget a környezetvédelmi feladatok megvalósításához. A tankönyv azt is tárgyalja többek között, hogy miképpen jön létre a huzat a gyárkéményekben, s amennyiben magasabb a kémény, jobb a huzat. E gondolatort célszerű kiegészítenünk azzal, hogy környezetvédelmi szempontból szükséges a gyárak telepítésekor az uralkodó szélirány figyelembevétele, s gondoskodni kell arról, hogy a füsttel együtt minél kevesebb szennyező anyag kerüljön a levegőbe. (7. osztályos tankönyv 193. o.)

A hősugárzással kapcsolatban javasoljuk, hogy a levegőbe kerülő széndioxid elnyeli a talaj hősugárzását. (7. osztályos tankönyv 195. o.)

A belsőégésű motorok működésének tárgyalásakor szükségesnek tartjuk annak tudatosítását, hogy a kétütemű belsőégésű motor jobban szennyezi a leve-

A belső égésű motorok működésének tárgyalásakor szükségesnek tartjuk azt, mint a négyütemű benzinmotor. (Ennek megértetése nem jelent különösebb problémát, mivel ez az eltérés éppen a kétféle motor eltérő szerkezeti felépítéséből adódik.) Ezért kíváncsú, hogy a kétütemű motorok aránya egyre alacsonyabb legyen. (7. osztályos tankönyv 208. o.)

8. osztály

Az elektromotor gyakorlati alkalmazásainak megismerésével párhuzamosan a jó hatások mellett ki kell emelnünk azt a nagy előnyüket is, hogy nem szennyezik a levegőt. (8. osztályos tankönyv 125. o.)

*

A környezetvédelemmel kapcsolatos oktatási és nevelési lehetőségek megvalósítását olyan mértékben és olyan módon tartjuk célszerűnek, ami természetesen adódik a fizika tantervi anyagának a feldolgozásából. A ténylegesen meglevő lehetőségek kiaknázása azonban olyan feladat számunkra, amelyet környezetünk hatékonyabb védelme végett szükséges megvalósítanunk.

IRODALOM

1. Megalakult a Környezetvédelmi Oktatási Bizottság. Pedagógiai Szemle. 1974. évf. 5. sz. 474. o.
2. Környezetvédelem. Vezérfonal a TIT biológus előadói részére. Összeállította: Dr. Kontra György. Budapest, 1973.
3. Fizika az általános iskolák 6., 7., 8. osztálya számára. Tankönyvkiadó, 1974.

Zátonyi Sándor
főisk. docens,
OPI, Budapest

A környezetvédelemmel kapcsolatos oktatási és nevelési lehetőségek az általános tantervű gimnáziumi fizikatanításban

A Környezetvédelmi Oktatási Bizottság a közelmúltban megvitatta és elfogadta azt az előterjesztést, amely vázolja az oktatási és nevelési lehetőségeket a környezetvédelemmel kapcsolatosan az általános tantervű gimnáziumi fizika-oktatás keretein belül. Az alábbiakban tájékoztatásul közöljük ezt az előterjesztést.

A jelenlegi gimnáziumi tanterv alapján tárgyalásra kerülő fizikatananyag, zömmel elvontabb, inkább a dolgok belső logikájának felkutatását és matematikai megfogalmazását tűzi célul, így látszólag kevesebb lehetőséget nyújt a környezetvédelemmel kapcsolatos oktatási és nevelési célok megvalósítására. Ennek ellenére a tantervi anyag rendelkezik olyan lehetőségekkel, amelyek ésszerű kihasználása módot ad a fenti feladatok teljesítésére is.

A továbbiakban a teljesség igénye nélkül szeretnénk néhány olyan jellemzőbb területre felhívni a figyelmet, ahol ilyen jellegű lehetőségek jobban adódnak.

II. osztály

A hajszálcsövesesség jelenségeinek tárgyalásakor lehetőség nyílik, a tankönyv 298. oldalán levő megjegyzések rovat figyelembevételével, az ésszerű „vízház-tartás” és a talajművelés összefüggéseinek megbeszélésére a természetben látott jelenségek, és a talajerőgazdálkodás ésszerű összehangolásának ismertetésére.

Az ugyancsak ezen az oldalon található kérdések, kísérletek rovatban szereplő problémafelvetés (a kapilláris jelenségek szerepe a biológiában) módot nyújt arra, hogy a fizikai jelenségeket összehangolva a biológiai ismeretekkel, a tanulókkal közösen kitérünk a jelenség környezetvédelmi szerepére is.

A tankönyv „Az áramló víz és levegő energiája” c. fejezete, a vízerőművek tárgyalásakor lehetővé teszi, hogy a tanulók figyelmét több szempontból is a környezetvédelem felé irányítsuk. A duzzasztórendszerek tárgyalásakor alkalom nyílik a víztárolók energia akkumulációs feladatának ismertetésén kívül annak megtárgyalására is, hogy a mezőgazdaságban és az állattartásban is jelentős szerepet töltenek be. Ugyanitt nemcsak fel lehet, de fel is kell hívnunk a tanulók figyelmét arra, hogy mind a víz, mind a levegő számunkra nem csupán energiahordozó, hanem a létfenntartás nélkülözhetetlen elemei, így ezek szennyezése bármilyen formában komoly veszélyeket rejt magában. Elmondhatjuk, hogy a világon súlyos problémát jelent éppen e két anyagnak az egyre növekvő szennyeződése.

III. osztály

A „Gázok állapotváltozásai” c. fejezetben szerepelnek a hőerőgépek. Ezek tárgyalásakor, különösen a belső égésű motorok esetén mód van annak részletes megtárgyalására, hogy az egyes motortípusok milyen módokon és milyen mértékben képesek a levegő szennyezésére. Elmondhatjuk, ill. a tanulókkal közösen megbeszélhetjük, hogy mi az oka a kétütemű motorok fokozott levegőszennyező hatásának, mi az előnye a négyütemű motoroknak ezekkel szemben, hogyan és milyen mértékig képes a levegő szennyezésére a Diesel-motor.

Összekapcsolhatjuk a környezetvédelemmel a gépjárművek motorjainak ellenőrzését is, rámutatva arra, hogy a kopott, rossz műszaki állapotú járműmotor fokozottan veszélyezteti a levegő tisztaságát. Megemlíthetjük itt, hogy éppen a levegő tisztaságának megőrzése érdekében világszerte kísérleteznek az elektromos hajtású járművek kifejlesztésével.

IV. osztály

Lehetőség van a környezetvédelemmel kapcsolatos kérdések tárgyalására az akkumulátorok esetén, ahol éppen a III. osztályban vázolt elektromos gépjárművek kikísérletezésének alaproblémáját jelentik ezek a berendezések. Itt adhatunk választ a tanulóknak arra is, hogy mi az oka annak, hogy bár világszerte ismerik az elektromos üzemű gépjárművek előnyét a környezet levegőszennyező hatásainak kiküszöbölésében, mégis igen kezdeti stádiumban vannak a megoldások.

Az elektromotorok tárgyalása tulajdonképpen azt teszi lehetővé, hogy mindazoknak az ismereteknek összefoglalását adjuk, amelyek a környezetvédelemmel a fentiekkel kapcsolatba kerültek. Beszéljük meg ennek a fejezetnek a keretein belül a tanulókkal, hogy melyek azok a lehetőségek, amelyeket környezetvédelmi szempontból pl. egy nagyvárosi tömegközlekedésben az elektromotoros gépjárművek nyújtanak. Jó alkalom nyílik a tanulók figyelmének felhívására, hogy éppen ilyen megfontolások is vezetik a tervezőket, a szakembereket az autóbusz közlekedéssel szemben a villamos- és trolibusz-közlekedés megtartására stb.

Végül még megemlíthetjük az atomfizikai fogalmak tárgyalásánál a légkör sugárzásszennyezésének rendkívüli veszélyét az emberi társadalom létére. Itt kitérhetünk mind a közvetet, mind a közvetlen szennyezés jelentőségére is.

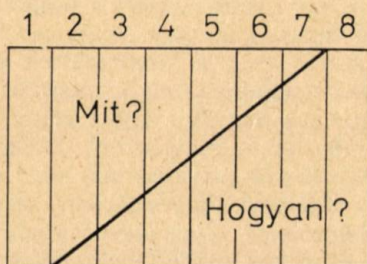
Michalovszky Csaba
főisk. tanársegéd
OPI, Budapest

Gondolatok a gimnáziumi tanmenetokről

Varga Tamás a „mit” és „hogyan” problematikáját egy ábrán illusztrálta. (Varga Tamás: Korszerűség, műveltség. Tananyag-korszerűsítés, OPI, 1973. 169. o.) Az ábrát kissé módosítva közöljük, ahol a számok rendre a következő sávokat jelölik: művelődési anyag, tantárgyakra bontás, tanterv, tanmenet, témák (helyzetek), eszközök, szervezés, légkör.

A „mit tanítsunk” a jelenlegi tantervben előírt oktatási anyag, amely a „hogyanra” is utal. (A tananyag-csökkentési útmutató ezt a „tartományt” megnagyobbította; lásd a tananyag-csökkentési útmutató megjegyzés rovatát.)

A tanterv nevelési-oktatási programjának teljesítése és a pedagógus alkotó szabadsága összefüggő témák. Ennek az összefüggésnek a feltárása a tapasztalatok alapján lehetséges. Az e téren szerzett tapasztalatok rendezésének több-



féle közvetlen célja is lehet. Az egyik pl. az, hogy az érvényes tantervet nem sértő, de a következő tanterv várható igényeit tartjuk annak, ami tapasztalatainkat rendezi.

Egyéni vélemények szerint ezek:

A fizikai ismereteknek a természettudományos tantárgyak tanításában a jelentősége megnő (pl.: kölcsönhatások, megmaradási tételek).

A fizikai ismeretek megszerzésében a kísérletközpontú, a tanulóközpontú ismeretszerzés jobban előtérbe kerül, mint eddig. Ez nem feltétlenül azonos az ismeretszerzés induktív útjának megerősödésével. A deduktív ismeretszerzés szerepe nő (pl. modellek).

A tanítási témák világnézeti, ismeretelméleti beállítása, látásmódja a tananyag megértése és az érdeklődés felkeltése miatt fokozottabban érvényesül mint eddig. Egy korszerűbb fizikai szemléletet kiszolgáló tantárgyi anyag összeállítása.

Báthory Zoltán szerint, egy későbbi vizsgálat hipotézise lehet a következő: a szoros tantervi irányítás és a pedagógus teljes szabadsága közötti arany középút eredményesebbnek látszik, mint bármely véglet. Ezt a középutat nevezhetnénk a pedagógus alkotó szabadságának, amelybe nemcsak a „hagyományos” módszertani szabadság, hanem a tanterv értelmezése, a tartalmi hangsúlyok önálló kijelölése stb. is beletartozik (Báthory Zoltán: Természettudományos oktatásunk helyzete, MTA, 1974. 124. o.).

A „mit”-tel kapcsolatos tanári szabadság a jövőben várhatóan nő, mint erre Gosztonyi János is kitért egyik cikkében. (Pedagógiai Szemle, 1974. július-augusztus, 595. o.)

A tanmenet a tanári munka tervezettségéről kifelé azt jelzi, hogy a tanár ismeri az érvényes tantervet és az ehhez esetenként központilag kiadott járulékos módszereket, jelzi az előbbiekhöz kapcsolódó módszertani felkészültségét és a körülményeiből adódó lehetőségeket. A tanmenetek ezen részei íránt azt az igényt támaszthatjuk, hogy mindenfelé kiegészítés (írásbeli, szóbeli) nélkül is áttekinthető, megérthető legyen. A tanmenet tartalmazhat (az előbbiektől nyilván nem teljesen független) a tanári gyakorlatban jelentkező olyan jegyeket is, amelyek az eddigi személyes jellegű tapasztalatok általánosításai alapján sajátos gyakorlathoz vezet el (a gyakorlat egészében, egy téma megtervezésében, az óra egyrészének megoldásában stb.). Ezek, a tanmenet terjedelmi korlátai, műfaja miatt nem feltétlen érthetők meg szóbeli (vagy másfajta) kiegészítés nélkül. Ezen „befelé” mutató jelzések a tanári egyéniség sajátos világára (szemléletére) utalnak, még akkor is, ha ez a szemlélet nem egyedi.

A tanmenetkészítés, mint befelé is irányuló tevékenység, a tanári önképzésnek egy formája, mert a tanárt tanulásra ösztönzi annak érdekében, hogy a saját tapasztalatainak rendezése közben jelentkező hiányzó tapasztalatokat megszerzeze vagy a tapasztalatok egyszerű, egymás mellé helyezésével el nem érhető rendszerező elvet megtalálja. E munka közben, a cikk elején levő illusztráció mindegyik sávjára vonatkozóan, körvonalazható elképzelésekre juthat a gyakorlat. A meglevővel (bizonyos részleteiben hatóságilag érvényes elképzelésekkel) való szolidaritás lehet mechanikus vagy organikus. A szolidaritásnak az organikus kapcsolatban megmutatkozó irányultsága, egymásnak látszólag ellentmondó tevékenységekben is jelentkezhet: egy adott centrációt stabilizáló tevékenység mellett helye van a decenterációra irányuló tevékenységnek is (külön-külön vagy egymás mellett is).

Centrációnak nevezem általában a nevelés-oktatás egészére vonatkozó alapelveket. Esetünkben szűkebb értelemben a centráció: a középiskolai fizikai tantárgy egészére vonatkozó alapidokumentumok tartalmi, formai rendszere és ennek módszertani következményei. Egy-egy centráció kialakulása történeti folyamat, amelynek során az alapelvek gyakorlati következményei mind élesebbé válnak az elvek érvényességi határát illetően. A határok tudomásulvétele egy bizonyos stabilizáláshoz vezet el; a tevékenység és az alkotó erő egy közös középpont körül rendeződik.

Egy centráció kialakulásának útja:

1. Az alapelvek megkeresése. Ezek a dedukció alapjául szolgálnak. Az alapelvek a tapasztalati tények nagyobb halmazának olyan általános vonásait emelik ki, amelyek precízen megfogalmazhatók;

2. Az alapelvek megfogalmazása után megkezdődhet a következtetések levonása. Ennek a munkának során a megfogalmazott alapelvek termékeny volta, igazolási eljárásokat igényel;

- az elvekből következniük kell mindazoknak, amit tapasztalunk;
- az eddig elkülönült területek tapasztalatait összefűzik, ezáltal lehetővé teszik a következtetési láncolatok megfordíthatóságát (tervezés);
- az eddigi tapasztalati anyag hézagait előhozzák, ezeket képesek kitölteni;
- a következtetések túlmutatnak azon a tapasztalati halmazon, amelyből az alapelvek származtak (olyan területre vezet el, amely számunkra eddig ismeretlen volt);
- nyitott, azaz a centráción belül használatos fogalmak, gondolkodási szabályok és szokások nem akadályai azon tapasztalatok értékelésének, amelyek az adott centráció részleges vagy teljes felülvizsgálatához vezetnek el.

A tantárgyra vonatkozó alapdokumentumoknak az alapelvekkel való korrelációja rendszerint a gyakorlati munka látkörén kívül van. Ennek ellenére a gyakorlat ellenőrző szerepe jelentős. A korreláció szorosságát kimutathatja vagy tagadhatja (akár a világnézeti látásmód, akár a szakmai, a mesterségbeli problémák alapján). A régebbi tanterveknek sajátos centrációira vonatkozóan (s egy adott centráción belüli hangsúly eltolódásra) itt csak utalunk Bori István tanulmányára. (Bori István: Tantárgytörténeti tanulmányok II., Tankönyvkiadó, 1963.)

Az iskolai nevelés-oktatás egészére vonatkozóan a gyakorlati munkát közvetlenül befolyásoló dokumentumok; az 1961. III. törvény alapján készült 1965. évben érvénybe lépő tanterv (és utasítás) és az 1972. évi Párthatározat szellemében készült 1973. és 1974. évben kiadott intézkedések. A jelenleg folyó tantárgyi munkák ezen dokumentumok fogalmaival, szókincsével és logikai elrendezése alapján fogalmazódnak meg. A rendeződés alapján alakuló stabilizáció, erősen a módszertani kultúra fejlődéséhez és az ezt áttételesen irányító szemléletváltozáshoz kötődik. E helyzet jellemzésére alkalmasnak látszik Neumann János egy megállapítása: a módszertani problémákra rendszerint akkor kerül sor, amikor a zavar jelei mutatkoznak, amikor a nehézségek felismerése szükségessé teszi a múltból örökölt pozíciók felülvizsgálatát (Neumann János: Válogatott tanulmányok 74. oldal). A zavar egyik jele a fogalmi tisztázás iránt megmutatkozó fokozottabb igény, néhány eddig nagy biztonsággal használt fogalom (pl. műveltség, ismeret, készség, tanulói tevékenység, önképzés, önkormányzat stb.) értelmezése egy új szituációban. A még csak körvonalában meglevő új centráció fogadására a jelenlegi tanítási gyakorlat előkészületeket tehet, és az e közben szerzett tapasztalatokkal segítheti ennek kialakítását. A fogalmak tisztázása közben jelentkező árnyalatnyi eltérés a régebbi értelmezéstől, egy új területen jelentős lehet.

E cikk a jelenleg érvényes tantervet alapul véve a következőket állítja:

1. A fizikaoktatás egyfajta célrendszerét a gyakorlat már kialakította a jelenlegi tananyag alapján. Pl. Bloom taxonómiai fogalmai: ismeret, megismerés, alkalmazás, magasabb rendű alkalmazás (hierarchikus rangsorban) kapcsolatba hozhatók a fizikai ismeretszerző folyamatokkal. E cikkben Wigner Jenőre hivatkozva vázoljuk ezt.

2. A megismerésre irányuló erőfeszítéseket a tudományban, a saját és a társuk munkájában pozitíven értékeljék a tanulók. Ezen cél elérésére alkalmasnak ítéljük a fizikában kialakult zárt elméletek ismeretelméleti problémáinak a történetiség keretében való bemutatását.

A következőkben a jelenlegi II. osztályos tananyag szaktudományi beállítására és a feldolgozást megszabó módszertani irányultságra egy rövid összegezést mutatunk be, hangsúlyozva, hogy ez egy a sok közül.

Az elmondottak rejtve a következő kijelentések megerősítését is szolgálják:

- a tanterv hogyan tartománya bővíthető a tantervi fegyelem megsértése nélkül; az effajta bővítés nevelési, animálási előnyökkel is jár;
- a tanterv hogyan tartománya ezt a bővítést, a tanár számára dekódolható jelrendszerrel tartalmazhatja,

— a tapasztalatok rendezése és kísérleti kipróbálása egy adott centráció keretében illeszthető, de nem feltétlenül mentes a decentrációs törekvésektől.

A tananyag

A második osztály anyaga: a fizikátörténet során kialakult és még ma is termékeny első zárt fogalmi rendszer (a newtoni mechanika) alapjai. E rendszer axiómák, definíciók alapján áll, amelyek oly módon vannak egymással összekapcsolva, hogy ami ennek alapján kiépíthető, az matematikailag zárt. E rendszer fogalmai közötti kapcsolat olyan szoros, hogy egy fogalom megváltoztatása az egész rendszer összeomlásához vezetne. Newton hitt abban, hogy rendszerének alapfogalmait és alaptörvényeit a tapasztalatból kell levezetni. A mindennapi életből vett fogalmakat absztrahálva olyan fizikai elmélet épült fel, amely alkalmasnak bizonyult mindazon jelenségek leírására, amelyeket közvetlenül észlelhetünk.

A. Einstein a következőképpen foglalja össze a newtoni mechanika nehézségeit:

— bár észrevehető Newtonnak az a törekvése, hogy gondolati rendszerét a tapasztalat által szükségszerűen meghatározottnak állítsa be... mégis bevezette az abszolút tér és idő fogalmát;

— a gravitációs hatások leírására szolgáló közvetlen és azonnali távolba ható erők bevezetése nem felel meg a mindennapi tapasztalatból ismert jelenségek többségének;

— nem ad magyarázatot arra a rendkívül érdekes tényre, hogy a testek súlyát és tehetetlenségét ugyanaz a mennyiség (a tömeg) határozza meg. (A. Einstein: Válogatott tanulmányok. Gondolat, 1971. 231. o.)

„Érvényes” elmélet-e a newtoni mechanika? Mindenütt, ahol azokat a fogalmakat használjuk (és olyan értelmezéssel), amelyekkel az elmélet dolgozik, ott a newtoni mechanika törvényei teljes precizitással érvényesülnek. A tapasztalat bizonyos területein a newtoni elmélet fogalmai nem érvényesültek. Javítható-e, tökéletesíthető-e ilyen „hibák” esetén a zárt elmélet? A tudománytörténet azt igazolta, hogy zárt elméletek határait csupán a rendszeren belül végzett logikai, tapasztalati kiigazításokkal nem lehet kiterjeszteni. Tanítsunk-e newtoni fizikát?

Néhány, a kivonatolás miatt, leegyszerűsített vélemény:

Egyetlen tényleges kísérlet sem írható le a mindennapi nyelvezetnek és a naív realizmus fogalmainak használata nélkül (M. Born).

A klasszikus fizika fogalmai alkotják azt a nyelvezetet, amelyekkel egy kísérlet elmondható, és a kutatások eredménye közölhető (Heisenberg).

A klasszikus fizikát tekintjük a priorinak a kvantumelmülethez képest (Weiszäcker).

Az új elméletek nem minden esetben ölelik fel a newtoni fizika kutatási területeit közvetlen a gyakorlat számára megfelelő formában.

A többi zárt fogalmi rendszerrel (fenomenológikus hőtan, elektromos és mágneses jelenségek, kvantumelmélet, általános relativitáselmélet) való kapcsolat és a zárt elméletek egymás közötti kapcsolatának ismeretelméleti értékei a newtoni mechanika közbeiktatásával tárgyalható áttekinthetően.

Nem kétséges, a newtoni mechanika tanításának túlzottan szerény helyet biztosítana a fentiek bármelyike.

A newtoni mechanikának ez a „másodvonalba” kerülése (nyelvkincs, nyelvi hagyomány, technikusok fizikája, sebesség, hatáskvantum „alkalmas” megválasztása után kapott részeredmény stb.) felveti azt a kérdést, hogy megfelelő oktatási anyag-e?

E kérdésre e cikk még csak a véleményalkotás erejéig sem tér ki. Azt állítjuk, hacsak a bírálat szemszögéből tanítjuk, ez tudományos szempontból hianis, pedagógiai szempontból káros. Legyen-e számunkra a newtoni mechanika a fizikátörténet egy korszaka, amelyet mai, fejlettebb szemléletünk alapján elemzünk, vagy ad-e lehetőséget a newtoni mechanika olyan ismeretszerzési folyamatok és eljárások alkalmazására, amelyek a tanulók természettudományos szemléletét (a szükséges differenciáltsággal) kialakítja?

Bár itt igaz lehet az, hogy nyelvtanilag helyes kérdések nem mindegyikének van értelme, a továbbiakban alapként fogadjuk el, hogy a newtoni mechanika tanítása közvetlenül alkalmas a természettudományos szemlélet kialakítására. Alkalmas arra, hogy kiemeljük azon gondolatokat, amelyek más lezárt elméletek kiépítése közben is alapvetők. Ezeket a gondolatokat a tanulási mechanizmusok tartalmazhatják. Ezek:

Ismereteink hierarchiája: események — természettörvény (nyersanyaga az esemény) — invariancia-elv (nyersanyaga a természettörvény).

A geometriai invariancia-elvekről Wigner Jenő azt állapítja meg, hogy ezeket közvetlenül a megfigyelések segítségével fogalmazhatjuk meg, és bizonyos invarianciákat biztosítottak tekintettek, még mielőtt a természettörvény fogalma teljes tisztaságában kialakult volna. (Wigner J.: Válogatott tanulmányok. Gondolat, 1972. 47. és 48. o.) A newtoni mechanika invariancia-elveit a jelenlegi tanítási gyakorlat tartalmazza. Ezek az invarianciák: az abszolút hely és idő sohasem lényeges feltétel, az esemény irányításának lényegtelen volta és mozgásállapotának lényegtelen volta, míg az egyenletes, forgástól mentes és egyenesvonalú marad. Ezen invarianciák következményei a megmaradási tételek (energia, impulzus, impulzusmomentum).

A megmaradási tételekből a newtoni alaptörvények származtathatók. Ennek előnye, hogy olyan általánosabb érvényű alapokat fogadjunk el, amelyek a későbbiekben kevesebb korrekcióval vihetők tovább. Az eközben szükséges deduktív jellegű eljárások nem gyakoribbak, mint eddig. A tudományosság elleni „vétek” sem több, mint ami a középiskolai szintű megközelítésben az elérhető mélységből adódik.

A jelenségek tudományos *magyarázata*

- a) a körülmények, tulajdonságok és feltételek felderítése,
- b) a jelenség elhelyezése egy nagyobb jelenségcsoportba,
- c) egy átfogóbb nézőpont felfedezése.

Igazságok a fizikában

A fogalmilag zárt rendszerek tételeinek igazságtartalma attól a rendszertől függ, amelyhez tartozik. Mindaddig, amíg műszerekkel és kísérleti berendezésekkel dolgozunk, szakkifejezésekkel díszített nyelvet használunk (hasonlóan mint a többi szakma). A megfigyelések elméleti értelmezésében már a zárt rendszerekben értelmezett fogalmakat használjuk fel (erő, tömeg, energia, potenciál stb.). E fogalmak értelmezése sajátosan egy rendszeren belül alakul ki.

A fizikai fogalmakkal kapcsolatos néhány felfogás: Planck szerint valamely fizikai mennyiség mérési módjának megadása teljesen pótolja a fogalmi definíciót (a fizikus szempontjából). „Az egyes fizikai tulajdonságok fogalmi meghatározása és mérési módjának megadása kölcsönösen egymásra utaltak. Valóban: a fogalom jelentéséhez hozzátartozik a mérőeszköz konstrukciója is, és viszont: a mérőeszközök működési elve a fogalom ismerete nélkül nem határozható meg”. (Fényes Imre: Fizika és Világnézet. Kossuth, 1966. 17. oldal.) „Minden fogalom, még a tapasztalathoz legközelebb állók is, logikai szempontból szabad feltételezések”. (A. Einstein: Válogatott tanulmányok. Gondolat, 1971. 271. o.) és „A természetből absztrahálható vonásokat illetően a természet nem rendelkezik egyértelműen: egyetlen dolog lényeges csak: az absztrakt fogalmak segítségével felismert és megfogalmazott törvényeknek a valóságot kell tükrözniük”. (Fényes Imre: Fizika és Világnézet. Kossuth, 1966. 15. oldal.)

A tények

Valamely tudomány fejlettségének jele, hogy saját természetére és alapjaira vonatkozó problémák megfogalmazására vállalkozik-e. A fizika tudományának saját természetére vonatkozó vizsgálatait, bár nem mentesek a filozófiai indítá-

soktól, közvetlenül a szaktudományból erednek. Bár elhamarkodottnak bizonyult, hogy a fizikából ismeretelméletet vezessenek le, az alkotó fizikusok többsége munkájukat olyan elmélkedésekkel kísérik, amelyek jelzik: a fizikának a többi tudománnyal való kapcsolatát a megismerésre vonatkozó általános elméleteknek kell rendeznie. Ettől a rendezéstől a saját alapjaira vonatkozó értékelések minőségi javulása is várható. E rendezéshez ugyanakkor a fizika alkotó módon járul hozzá. Nem lehet érvényes ismeretelméleti következtetésekre jutni az ismeretszerzési folyamatok körültekintő elemzése nélkül. A fizika, talán minden tudomány előtt, e téren igényes.

A newtoni mechanika azon nyugodott, hogy a világ egyrészét leírhatjuk anélkül, hogy saját magunkról beszéljünk. Ez az érdektelen, objektív leírásmód tág határok között lehetséges volt. Az objektivitás egy tudományos tény, egy megállapítás értékének legfőbb kritériuma volt.

Az objektivitás az oktatásban is alapvető. A személytelen leírásmód megváltoztatása nem „javítaná meg” a newtoni mechanikát. A megismerési folyamatban a megismerő (az alany) szerepének tisztázása (mit fogad el ténynek, milyen megismerési mechanizmusok keretében fogad el tényeket stb.) már a newtoni fizikát követő zárt elméletek megértésének előkészítésére alkalmas.

Nézzünk meg két felfogást:

— A tény egy megállapítás vagy leolvasás. Az adatok maguk a tények (vagy bizonyos adathalmaz együttese a tény). A tanulás, az ismeretszerzés főleg asszociáción alapul. Létezhet az ismereteknek olyan együttese, amely önmagában mentes mindenféle strukturáltságtól, de az utólagosan igénybe vett logikai eljárás mint egyberendezési művelet az ismereteket strukturálja.

— A tény rangjára emelkedhet minden olyan tapasztalat, amely a tudományos világban elfogadott strukturák (elméletek) valamelyikébe besorolható. Az objektivitást a tény ez esetben kölcsönzi a tudományos életben a hierarchikus rendben maga fölött álló intézménytől, testülettől.

A személyiség megismerő tevékenységét mindkét felfogás sérti.

A fizikában, sőt állíthatjuk, más természettudományban is, az alanyra a kvantumelmélet irányította a figyelmet.

A kvantumelméletnek a fizikai mérésekről kialakított elképzelései, szigorúan az elmélet következményei. Ezen elképzelések feladása az elméletet felborítaná. A kvantumelméletben kialakított formalizmusok, megismerési eljárások az alany és a tárgy kapcsolatát egzakttalapokra helyezték. N. Bohrnak, az a költőiséget nem nélkülöző kijelentése, hogy nemcsak nézői, hanem velejátszói is vagyunk a természet színjátékának (a természettudomány az embert mindig előfeltételezi), termékenyítőleg hatott más tudományokban is. Példaképpen egy pszichológust és egy biológust idézünk, akik a fizikára saját érvelésük megerősítése érdekében hivatkoznak.

Piaget: a fizikában, akárcsak a pszichológiában nincsenek tiszta tények — ha tényen olyan jelenségeket értünk, amelyet az értelemnek a természet maga szolgáltat — függetlenül azoktól a hipotézisektől, amelyek lehetővé teszik a kikérdezést, függetlenül a tapasztalatok kiértékelését irányító elvektől, függetlenül azoknak a régi tételeknek rendszerétől, amelybe a megfigyelő szinte előzetes megkötöttség formájában minden új megállapítást beilleszt.” (J. Piaget: Válogatott tanulmányok. Gondolat, 1970. 55. o.)

„Csak most kezdenek ráeszmélni arra, hogy a legtárgyilagosabb megfigyeléseinket is át- meg átjárják bizonyos eleve választott konvenciók, valamint bizonyos, a kutatás történeti fejlődése folyamán kialakult gondolkodásbeli formák és megszokások.”

„Arra hajlunk ugyanis, hogy folytonosan elszigeteljük magunkat a bennünket körülvevő tárgytól és eseményektől, mintha csak kívülről néznénk a dolgokat, jól védett megfigyelőhelyről, ahol nem közelíthetnek meg bennünket; tehát nem elemei, csupán szemléltői vagyunk az eseményeknek.” (T. de Chardin: Az emberi jelenség. Gondolat, 1973. 44. és 271. o.)

Az alany és a tárgy együttese a megismerésben (a kvantumelmélet problémaköréről leválva) a fizikai problémánál általánosabb problémához vezetett el: az elkülönült diszciplínák integrációja szükséges az Ember és Világ szövevényes kapcsolatának feltárásához (a tanulás ebben nem csupán eszköz, hanem a probléma része).

Az iskolai ismeretterjesztő folyamatokban egy tény objektív voltát a tanulási mechanizmusoknak kell biztosítani. Egy tény tudományos értéke ebben nem veszhet el.

„Minden tudományos tény tartalmaz a) egy feleletet, egy kérdésre, b) egy megállapítást vagy leolvasást, c) egy olyan értelmezési sort, mely ki nem mondottan megtalálható a kérdésfeltevés módjában”. (J. Piaget: Válogatott tanulmányok. Gondolat, 1970. 474. o.)

Az előzőekben leírtak (igazság a fizikában) közvetlenül a c) ponthoz kapcsolódnak. A piaget-i tényfogalom a fizikában feleslegessé teszi azt a kérdést, hogy a tények megszerzése előlegezi vagy utólagosan feltételezi a logikát.

A tanulásra vonatkozóan: a megfelelő tanulási mechanizmusok nélkül a c) pont számára a kérdésfeltevést szabályozó rendszer, kölcsönzött. Az ismereteink hierarchiája bekezdésben közöltek alkalmasak e kölcsönzés kiküszöbölésére.

A fentiek alapján a tantervi anyag (a newtoni fizika) alkalmas olyan tanulási mechanizmusok kialakítására, mely maga tartalmaz a logikai struktúrákkal részlegesen izomorf strukturáló módokat. Ezek a kezdetben elég üres struktúrák, a tartalmakra irányuló tanulási folyamatban, teljesebbé válnak, és fokozatosan különülnek el, mint formák.

Szűcs Barna
főisk. adjunktus

A közegellenállásról

A Fizika a gimnáziumok II. osztálya számára (10 235/1) című tankönyv a közegellenállást röviden tárgyalja. Az $F = kA\rho v^2$ erő részletesebb vizsgálata gimnáziumi szinten nem kívánható jobban, sőt, ha magasabb szinten vizsgáljuk az áramlásokat, akkor ma még megoldatlan problémákba is ütközünk.

Az egyetemeken továbbtanuló diákok azonban az

$$F = \frac{c}{2} A\rho v^2$$

képlettel találkozhatnak (Dr. Budó—Dr. Póczy: Kísérleti fizika I., Feynman: Mai fizika, 7., Dr. Gruber—Blahó: Folyadékok mechanikája, Pattantyús 2.), és az $F = kA\rho v^2$ formula a forgalomban levő Függvénytáblázatok mellett hibás megoldásokat eredményezhet. A k -ra, illetve c -re vonatkozó formatényezők nem egyenlők, kapcsolatuk $k = c/2$. Ügyelnünk és mérlegelnünk kell az egyes feladatok megoldásakor, hogy melyik képlettel dolgozzunk, mert c és k elnevezése következetes megkülönböztetés nélkül: formatényező, alaktényező, közegellenállási együttható. E kettősségből származó hiba elkövetését elősegíti az említett II. osztályos tankönyv is, amikor a közegellenállás gondos leírása mellett („... a közegbe teljesen bemerülő test...”, és „... nagyobb sebességeknél...”) az $F = kA\rho v^2$ erő formatényezőiről ír: „Megközelítő értékei (a körlap ellenállási tényezőihez viszonyítva) a 146. ábrán”. A „megközelítő értékei...” kijelentés nem k -ra, hanem c -re vonatkozik.

Mindezek alapján indokoltnak tartom, hogy a középiskolákban is az

$$F = \frac{c}{2} A\rho v^2$$

formulát használjuk.

Szakköri foglalkozásokon rámutathatunk arra, hogy c értéke függ a Reynolds számtól:

$$R = \frac{\rho r v}{\eta},$$

ahol ρ a közeg sűrűsége ;

η a közeg dinamikai viszkozitása ;

v a test és a közeg relatív sebessége ;

r a test egy jellemző hosszmérete, pl. a gömb sugara.

(Dr. Budó—Dr. Pócza: Kísérleti fizika I. 271. old.)

Néhány test formatényezőjének értéke különböző Reynolds-számok mellett:

Alak	c	
	$R \approx 10^3 \dots 10^5$	$R > 5 \cdot 10^5$
Gömb	0,5	0,15
Körtárcsa	1,1	1,1

A Reynolds-számra érzéketlen testek:

Alak	c
Félgömbhéj, konvex	1,33
Félgömbhéj, konkáv	0,34

A gömb és a végtelen hosszú henger tengelyére merőleges irányú áramlás esetén a $c=c(R)$ függvényről a Dr. Gruber—Blahó Folyadékok mechanikája című egyetemi tankönyvből vett grafikon ad tájékoztatást.

A témában elmélyülők figyelmét felhívjuk arra, hogy a közegellenállás egyik összetevője a súrlódási ellenállás, amely a közeg belső súrlódásából származik ; a másik összetevője a nyomási ellenállás, amely nagyobb Reynolds-számoknál (nagyobb sebességnél), főképp a test mögötti örvények miatt, lép fel. Befolyásolja a közegellenállást a test környezete is. Pattantyús 2. kötetének 806. oldalán olvashatjuk: „a szabadon álló körlap ellenállás-tényezője 1,11, de ha a kör-laphoz közel egy, az áramlással párhuzamos, viszonylag nagy síklapot helyezünk el (földfelület), akkor az ellenállás-tényező 1,27-re nő.

Az alaktényező függvényének diszkussziójához néhány fogalmat kell tanítványainkkal megismertetni.

Stacionárius áram sebessége a tér bármely pontjában független az időtől.

Laminárisnak nevezzük a súrlódó folyadéknak olyan áramlását, amelynél a mozgó közeg egymással párhuzamos, vékony rétegekre osztható, és ezek a rétegek egymás mellett különböző sebességgel mozognak.

A viszkozitást (η) úgy definiálhatjuk, mint egy belső súrlódási erő arányossági tényezőjét, mely erő két szomszédos, Δz távolságú, A felületű, Δv sebességkülönbségű réteg között lép fel:

$$F = \eta A \frac{\Delta v}{\Delta z}.$$

Turbulensnek nevezzük azt az áramlást, amelynek sebessége az idő függvényében minden pontban egy helyi középérték körül szabálytalanul változik.

A turbulens áramlás átlagértékben stacionárius. (A vízvezetékknél rendszerint ezzel találkozunk, az ilyen áramlást kvázistacionáriusnak nevezzük.)

A henger, illetve a gömb ellenállás-tényezőjének a Reynolds-számtól való függését a grafikonról olvashatjuk le. Kb. 1-nél kisebb Reynolds-számoknál a c értéke csökken. A gömb ellenállása e tartományban Stokes törvényével is leírható:

$F = 6\pi\eta rv$. E formulát összevetve, az

$$F = \frac{c}{2} A \rho v^2$$

képlettel adódik, hogy

$$c = \frac{12\eta}{\rho v}.$$

Tehát az ellenállás egyenesen, illetve a c fordítottan arányos a sebességgel.

Az áramlás kb. $R = 10$ -ig stacionárius. Nagyobb Reynolds-számoknál a test mögött örvények lépnek fel, ez azonban nem jelenti azt, hogy az áramlás turbulens. Nem ismeretes, hogy a cirkuláció fellépése ugrásszerűen következik-e be, de R növekedésével a cirkuláció mindenkor nő. Kb. $R = 100$ -ig az áramlás lamináris. Ettől kezdve az áramlást a testről leváló örvények jellemzik. (Kármán-féle örvénysor.) A leváló örvények rezgésbe hozhatják a testet is; az áramlás a test mögött ekkor már turbulens. (Más testeknél a határréteg esetenként másképp alakul. A sebesség a felület mellett zérus, ettől kezdve fokozatosan nő, lamináris, majd turbulens tartomány után a testtől elég távol veszi fel az állandó értéket.)

Kb. $R = 5 \cdot 10^5$ -nél c értéke hirtelen leesik. E hirtelen eséshez tartozó R értéket kritikus Reynolds-számnak nevezik. Ekkor a gömb mögött a határréteg még a leválás előtt turbulenssé válik, és a gömb mögötti turbulens tartomány lekeskenyül.

Nagyobb R számok esetén újra kiterjed az örvénytér, amelynek létrehozásához és fenntartásához nagyobb energia szükséges, így megnő a közegellenállás.

A legújabb kísérletek azt mutatják, hogy $R = 10^7$ mellett újabb periodicitás kezdődik, de ennek részletei még nem tisztázottak.

Példaképp nézzük meg, hogy milyen határok között adhatjuk meg egy, a levegőben már állandó sebességgel eső golyó sugarát a sűrűségtől függően, ha az alaktényezőt 0,5-nek választjuk.

A levegőben állandó sebességgel eső golyóra ható erők:

$$F_k = G$$

Részletezve:

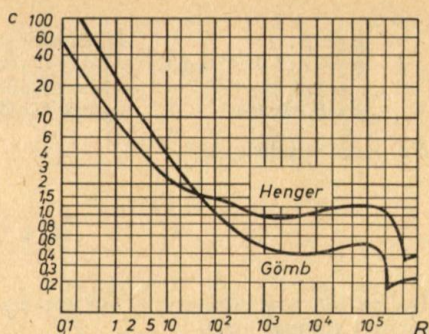
$$\frac{c}{2} r^2 \pi \rho_1 v^2 = \frac{4r^3 \pi}{3} \rho_2 g,$$

és

$$R = \frac{\rho_1 r v}{\eta}.$$

A két egyenletből

$$r = \sqrt[3]{\frac{3c\eta^2 R^2}{8\rho_1 g \rho_2}} = \sqrt[3]{\frac{3c\eta^2}{8\rho_1 g}} \cdot \sqrt[3]{\frac{R^2}{\rho_2}},$$



A végtelen hosszú henger és a gömb ellenállás-tényezője a Reynolds-szám függvényében

ahol

$$\begin{array}{ll} c = 0,5 & \text{az alaktényező,} \\ \eta = 1,82 \cdot 10^{-5} \text{ kg/ms} & \text{a levegő viszkozitása (20 °C, 1 atm.),} \\ \rho_1 = 1,2 \text{ kg/m}^3 & \text{a levegő sűrűsége (20 °C, 1 atm.),} \\ g = 8,91 \text{ m/s}^2 & \text{a gravitációs gyorsulás.} \end{array}$$

Numerikus adatokkal:

$$r = 1,74 \cdot 10^{-4} \sqrt[3]{\frac{R^2}{\rho_2}} \text{ kg.}$$

Ha az eső test sűrűsége $\rho_2 = 8 \text{ g/cm}^3 = 8000 \text{ kg/m}^3$, a sugár legkisebb értékét $R = 10^3$ mellett kapjuk meg.

$$r_{\min} = 1,74 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt[3]{\frac{10^6}{8 \cdot 10^3}} \text{ m}^3 = 0,87 \text{ mm.}$$

A sugár legnagyobb értékét $R = 10^5$ mellett kapjuk meg:

$$r_{\max} = 1,74 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt[3]{\frac{10^{10}}{8 \cdot 10^3}} \text{ m}^3 = 1,87 \text{ cm.}$$

Hasonló formula adódik a vízben süllyedő testre is:

$$r = \sqrt[3]{\frac{3c\eta^2 R^2}{8\rho_1 g(\rho_2 - \rho_1)}}$$

ahol $\rho_1 = 10^3 \text{ kg/m}^3$ a víz sűrűsége,
 $\rho_2 = 8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ a golyó sűrűsége,
 $\eta = 10^{-3} \text{ kg/ms}$ a víz viszkozitása.

Ha c értékét 0,5-nek választjuk, a numerikus számolás elvégzése után a golyó maximális, illetve minimális sugarára az előzőkkel nagyságrendben megegyező, érték adódik.

A közegellenállás kimerítő tárgyalása nem volt, és nem is lehetett céлом. A közegellenállás eredményes tanítása érdekében szükség van a cikkben nem említett kísérletekre, demonstrációkra is. Nem esett szó a téma gyakorlati jelentőségéről, pl. a járművek — elsősorban a repülőgépek — alakjának kialakításáról, a szélcsatornás modellkísérletekről, ahol többek között a Reynolds-számok egyenlőségére is gondolni kell. Hiányolható a Mach-szám is, melynek jelentősége a hangsebesség közelében domborodik ki,

E rövid cikkben — a teljesség igénye nélkül — csupán néhány problémát szerettem volna felvetni, ill. tisztázni.

Piacsek István
tanár

Sopron, Berzsenyi Dániel Gimnázium

IRODALOM

- Dr. Budó—Dr. Pócza: Kísérleti fizika I. kötet. Tankönyvkiadó, Bp. 1965.
Dr. Budó Ágoston: Mechanika. Tankönyvkiadó, Bp. 1964.
Feynman: Mai fizika 7. kötet. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1970.
Dr. Gruber—Blahó: Folyadékok mechanikája. Tankönyvkiadó, Bp. 1956.
Hack Frigyes—Kugler Sándorné: Függvénytáblázatok. Tankönyvkiadó, Bp. 1968.
Dr. Makai—Kakuszi: Fizika a gimnáziumok II. osztálya számára. Tankönyvkiadó, Bp. 1972.
Pattantyús 2. kötet. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1961.

A fotoeffektus kimutatása oszcilloszkóp segítségével

1. ábra

A fotocellák működésének tanítása során nagy segítséget jelenthet, ha a vákuum- és gáztöltésű cellák karakterisztikáját egyszerűen meg tudjuk mutatni. Oszcilloszkóp segítségével ez viszonylag egyszerűen elvégezhető.

A karakterisztikák bemutatásához állít-suk össze az 1. ábrán látható hálózatot! Áramforrásként használjunk laboratóriumi autotranszformátort. Az R ellenállás értéke kb. 500 kilohm legyen, fényforrásul pedig egy 60 W-os izzólámpa szolgál. Az oszcilloszkóp saját generátorát a kísérlet-ben nem használjuk.

Ha a tanulók nem ismerik a feszültség-áram karakterisztikát, akkor ezt célszerű az órán — a kísérlet előtt — elmagyarázni, valamint azt is, hogy egy ilyen karakterisztikagörbe hogyan jelentkezik az oszcilloszkóp képernyőjén. (Oszcilloszkóp vázlatos ismertetése.)

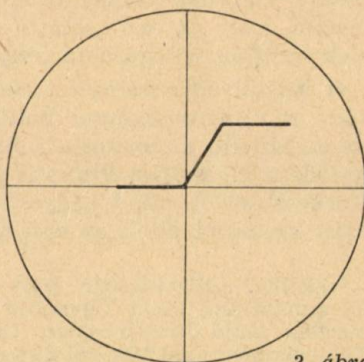
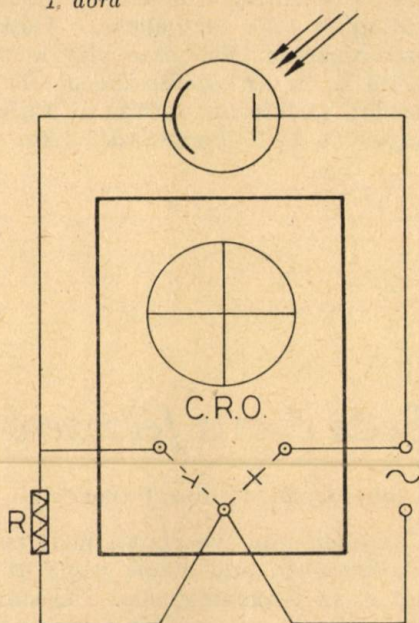
Az 1. ábrán látható kapcsolásban az R ellenállás söntöli az Y bemenetre kapcsolt váltóáramú áramforrást. A függőleges eltérés a fényáram erősségével arányos. Az X bemenetre kapcsoljuk a rendszert tápláló váltakozó feszültséget. Ez biztosítja az elektronsugár vízszintes eltérítését. Így a képernyőn az elektronsugár X irányú eltérése a pillanatnyi feszültség függvénye, míg az Y irányú eltérést a fotonáram gerjesztette elektronáram határozza meg. Az ernyőn megjelenő görbe tehát a fotocella feszültség-áram karakterisztikája.

A kísérlet kezdetén a fotocellát átlátszatlan sapkával zárjuk le, s a transzformátorról (pl. toroid) 10–15 volt feszültséget adjunk a rendszerbe. Így az ernyőn vízszintes egyenes vonal jelentkezik, mivel a fotocella — letakart állapotban — szakítja az áramkört. Ha a sapkát levesszük a celláról, s fényt villantunk rá, megjelenik a karakterisztika.

Gáztöltésű cellával végezve a kísérletet, erős megvilágítás esetén (15–20 cm távolságból világítva) a fényáram növekedése a feszültség növelésével egyenes arányban nő, azonban telítődési áramot nem sikerül megfigyelni. Ha a megvilágítás erősségét csökkentjük, a telítődés is jól megfigyelhető.

A kísérlet bemutatása arra is alkalmas, hogy kvalitatív jellegű demonstrációs mérést végezzünk a telítési áram fényintenzitástól való függésére vonatkozóan. (A mérést úgy végezzük, hogy az oszcilloszkóp ernyője elé helyezett skáláról olvassuk le a telítési áram értékét a lámpa távolságának függvényében.)

Gáztöltésű cellák vizsgálata esetén a telítési áram csak viszonylag kis (8–10 volt) feszültség mellett észlelhető (2. ábra).



2. ábra

Ha a feszültséget növeljük, a görbe meredeken emelkedni kezd.

Mindkét cella vizsgálatakor karakterisztikaként kettős vonal jelentkezik az oszcilloszkópon. Ezt viszonylag könnyen elkerülhetjük a kapcsolás bonyolítása nélkül is, ha az oszcilloszkópon fókuszállással „összemossuk” a két különálló vonalat. (A kísérlet leírása a „Fizika v skole” c. folyóirat 1974. 2. számában megjelent, L. I. Visnyevszkij cikke alapján készült.)

Ujj János
József Attila Gimnázium
Budapest

Száz éves a félvezető-egyenirányító

A detektortól a transzformátorig

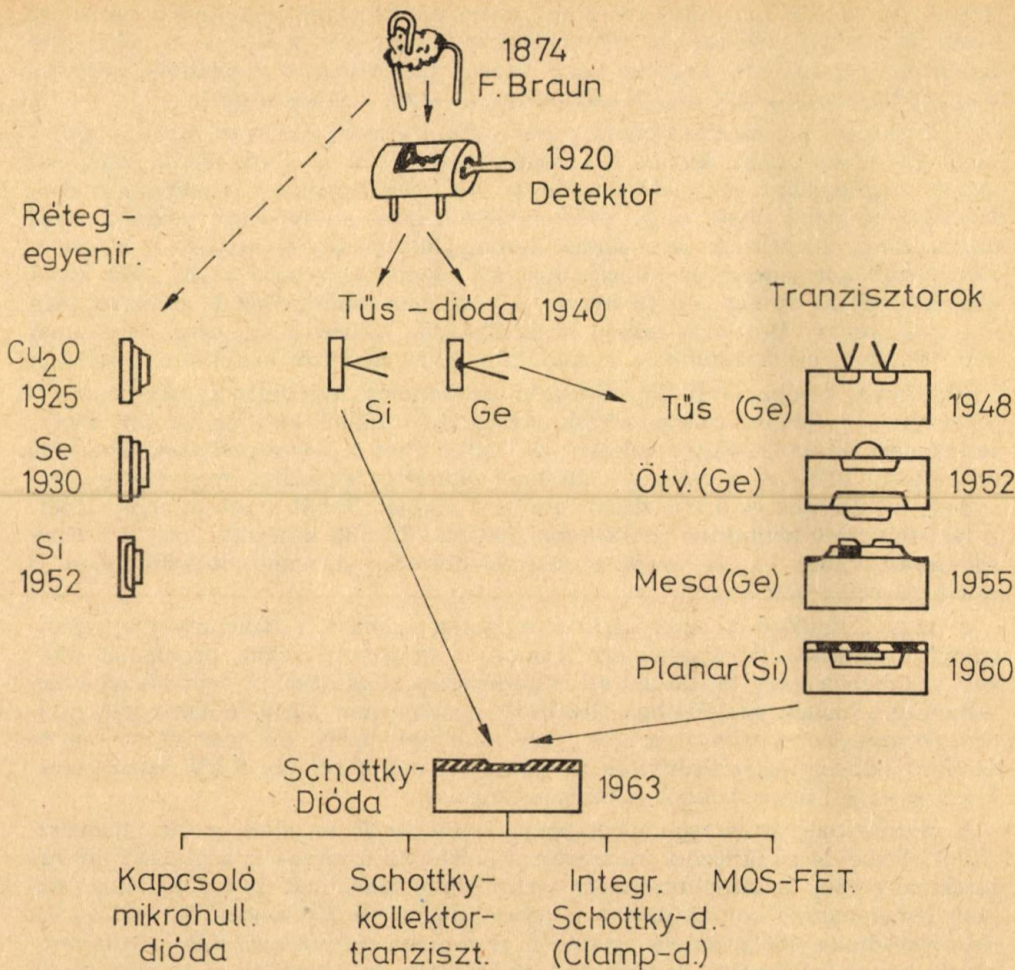
Kereken száz éve annak, hogy megfigyelték és leírták néhány kristály olyan tulajdonságát, ami ellene mond az Ohm-törvénynek. Ezzel a felismeréssel indult el az a folyamat, ami a kristálydetektoron keresztül egy egész sor újfajta egyenirányítóhoz majd a tranzistorhoz vezetett. Az egyenirányító hatást először *Walter Schottky*, Siemens munkatársa értelmezte elméletileg. Róla nevezték el azokat a diódákat, amelyek az 1874-ben felfedezett kristály-egyenirányítótól megtett fejlődés mai csúcsát jelzik (elsősorban a mikrohullámú technikában használják a Schottky-diódákat).

A történet 1874 novemberében kezdődött, amikor *Ferdinánd Braun*¹, egy lipcsei gimnáziumi tanár publikációt jelentetett meg „A kénfémek áramvezetéséről”. *Braun*, aki később a strassburgi egyetem professzora lett, publikációjában egy érdekes jelenségre hívta fel a szakmai körök figyelmét. Ezt a jelenséget sulfidkristályokon fedezte fel: azt tapasztalta, hogy a kristályon átfolyó áram erőssége függ az áram irányától. Ez a jelenség ellene mondott az Ohm-törvénynek. *Braun* még nem tudott kielégítő magyarázatot adni a jelenségre. Azt tételezte fel, hogy valószínűleg egy gázréteg keletkezik a kristály és a hozzá érintett huzalhegy (fémcsúcs) között, és ez a gázréteg okozza a jelenséget, vagy pedig magában a kristály szerkezetében van a jelenség oka.

Hasonló jelenséget tapasztalt 1876-ban *Werner von Siemens* is a szelén fényérzékenységének vizsgálata közben. Ő is úgy nyilatkozott az egyenirányító hatásáról, hogy az egy „sajátos és ellentmondásos jelenség”, és úgy vélte, hogy elektrolitikus jellegű határréteg okozza.

A kristályegyenirányítót csak 25 évvel később alkalmazta *Braun* detektorként az elektromágneses hullámok kimutatására, és ettől kezdve a kristály-egyenirányító kiszorította a használatból a kohérert. A drótnélküli távítás ki-fejlődésével, amihez *Braun* is jelentősen hozzájárult az ún. Braun-féle adó megszerkesztésével, mind nagyobb jelentősége lett a kristálydetektornak. Közel 50 éven keresztül ültek az első rádióhallgatók fejhallgatóval a fejükön a „detek-

¹ FERDINAND BRAUN (1850—1918) Marburgban és Berlinben tanul fizikát, 1874-től gimnáziumi tanár Lipcsében a Thomas gimnáziumban; 1877-től professzor Marburgban majd Strassburgban, Tübingenben és Karlsruheban; 1885-től egyetemi tanár Tübingenben majd 1895-től Strassburgban.



tor” körül, és kopogtatták, állították a detektort, hogy a fémcsúcs a lehető legkedvezőbb vételt adó helyen érintkezzék a kristállyal.

A 20-as években jelentek meg a tűs-egyenirányítók mellett a réteg-egyenirányítók, amelyek csakhamar nagy jelentőségre tettek szert a váltakozó áramú technikában. Ezek a „száraz-egyenirányítók” csakhamar kiszorították a bonyolultabb és kevésbé üzembiztos elektrolitikus egyenirányítókat. A száraz-egyenirányítók, vagy helyesebben a váltakozó áramú technikában használatos kristály-egyenirányítók sorát a rézoxidul-egyenirányító nyitotta meg 1926-ban, majd rá nemsokára, 1930-ban megjelent a szelén-egyenirányító is.

Abban az időben úgy látszott, hogy minden kristály-egyenirányítónak az az alapja, hogy fém-félvezető kontaktust hozunk létre, és sokan fáradoztak az így létrejövő egyenirányító-hatás fizikai magyarázatának megadásán. Ebben *Walter Schottky*² ért el legnagyobb eredményt, mégpedig az 1939-ben publikált elmé-

² WALTER SCHOTTKY (1886—) Berlinben tanul elméleti fizikát; 1912-ben doktorál Max Plancknál; a híradástechnikai laboratórium vezetője a Siemens cégnél; 1920-ban doktorál Würzburgban; 1926-ban az elméleti fizika tanára Rostockban; 1927 óta a Siemens cégnél dolgozik.

letével: megfelelő fém-félvezető kombináció esetén olyan tértöltési zóna keletkezik, amelyben lecsökken a töltéshordozók száma, és ez a zóna a rákapcsolt feszültség polaritásától függően vagy eltűnik (nyitó irányú előfeszítés, vezetés), vagy pedig kiterjed záró irányú előfeszítés, az áram útjának elzárása.

A 20-as években az elektroncső kiszorította a kristálydetektort. Csak a körülbelül tíz évvel később kapott a kristálydetektor, illetve a tús-dióda ismét nagyobb megbecsülést. Az elektronátfutási idő miatt ugyanis a csődiódákat nem lehetett használni olyan nagy frekvenciákon, mint amilyeneket például a radar-technika igényelt. A természetes kénvegyületkristályok helyére a megfelelően kezelt germánium és szilíciumkristály lépett. A háború alatt, 1940 körül kísérletezték ki azokat a germánium- és szilícium-csúcsdiódákat, amelyek még ma is lényeges változtatás nélkül használatosak. A berlini Siemens vállalatnál már 1942-ben megkezdődött a germánium-egyenirányítók nagyüzemi gyártása.

Hat évvel később, 1946-ban *Brattain* és *Bardeen* felfedezte a „tranzisztor”-jelenséget. A felületi tulajdonságok vizsgálata céljából két fémcsúcsot illesztettek germániumkristály felületére, és felfedezték a kristályerősítőt. *Shockley* megalkotta 1949-ben a réteg p - n átmenet elméletét, és ezáltal megvetette a réteg-egyenirányítók és a tranzisztor elméleti alapját. Tehát a p - n átmenet lépett a fém-félvezető kontaktus problémája helyére. Később kiderült, hogy a szelén-egyenirányítóban és az áramimpulzussal formált germániumtús-diódában is p - n határréteg van.

A nagyfeszültségű és az erősáramú technika számára a szilícium-rétegegyenirányító mutatkozott célszerűnek. Komoly gyártástechnológiai problémát okozott azonban a nagy tisztaságú szilíciumkristály előállítás. A fejlődés azonban rohamosan haladt, az 1954-ben előállított néhány mm^2 aktív felületű szilícium-egyenirányítóhoz viszonyítva igen nagy az előrehaladás; ma már 12 cm^2 aktív felületű szilícium-egyenirányítók is vannak, amelyekkel kb. 6 kV feszültséget, 1 kA erősségű áramot lehet egyenirányítani.

A tranzisztorgyártás technológiájának fejlődése 25 év alatt a tús tranzisztortól elvezetett az ötvözött tranzisztoron keresztül a mesa- és a planárranzisztorokhoz (1960). A szilícium-planár technológiát nem csak p - n rétegekre, hanem fém-félvezető kontaktusokra is lehet alkalmazni. Ily módon állt elő az ún. Schottky-dióda (1963), amely egyesíti a csúcsdióda nagyfrekvenciás jó tulajdonságait a planárfélvezető építőelemek elektromos és mechanikai stabilitásával.

A rétegdioða és a Schottky-dióda elsősorban a dinamikus tulajdonságaiban különbözik egymástól. A rétegdiodában nyitó irányú előfeszítés esetén a határregeen áthaladó töltéshordozók megnövelik a kisebbségi töltéshordozók számát. A feszültség átpolarizálásakor előbb el kell tűnniük ezeknek a kisebbségi töltéshordozóknak, és csak azután érvényesül a záró hatás. Tehát a nyitó-záró irányú átkapcsoláskor a rétegdiodának bizonyos tehetetlensége van. Ezzel szemben fém-félvezető kontaktus esetén csak többségi töltéshordozók vesznek részt az áramvezetésben, így lényegesen kisebb az ilyen dióda tehetetlensége, tehát nagyobb frekvenciákon is használható. Emiatt a Schottky-diódának elsősorban a mikrohullámú technikában nagy a jelentősége, de az ún. Schottky-kontaktust kiterjedten alkalmazzák integrált kapcsolóáramkörökben és a FET-technikában is (MOS-FET tranzisztorok).

Siemens sajtótájékoztató alapján

V. Szalay Ilona
Zrínyi I. Gimnázium
Budapest

Ötletsarok

ALAPTÁBLA A 8. OSZTÁLYOS KÍSÉRLETEKHEZ

A 8. osztályos fizikai kísérletek és gyakorlatok végzésekor, az esetek nagy százalékában, a munkavégzés gyorsaságát az akadályozza, hogy az órán többször kell szinte ugyanazt az áramkört összeállítani, illetve szétszednie a tanulónak. E probléma megoldására készítettem az alábbi táblákat, melyeknek előnye, hogy felgyorsítják a munkát, s a tanulók figyelmét a mért adatokra irányítják. (1., 2. ábra).

A táblák bakelitból készültek, alumínium sín van peremükhöz erősítve. Rajtuk az áramkörök rögzítettek (nyomtatott áramkörökhöz hasonlóan). Csupán a betűkkel jelzett helyeken (A, B, C és így tovább) vannak megszakítva, jól láthatók a kötések, a tanulók az áram útját könnyen tudják követni.

Az áramkört rövidre záró dugasszal lehet zárni. (Ez a dugasz a tanári demonstrációs műszerhez tartozó dugaszhoz hasonló.)

A dugaszt megfelelő vastagságú, műanyag szigetelésű alumínium huzalból készítettem. A mintegy 10–12 cm hosszú alumínium huzal két-két végéről 2–2 cm-nyi hosszan levágtam a szigetelést, és meghatározott alakúra hajtottam (3. ábra).

Az 1. táblához 4 db, a 2. táblához 10 db ilyen áramkörzáró dugaszra van szükség.

A táblák méretei és a szükséges anyag mennyisége:

1. tábla:

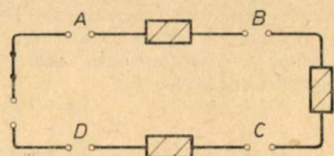
- 1 db tanulókérséleti kapcsoló,
- 10 db banánhüvely,
- 1 db ellenállás (50 ohm 20 W),
- 1 db ellenállás (100 ohm 20 W),
- 1 db ellenállás (150 ohm 20 W).

(Ellenállás helyett zsebizzó foglalat is használható.)

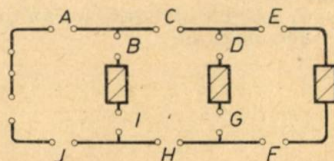
- 1 db textilbakelit (300 mm × 200 mm),
- 2 db 300 mm hosszú, 10 mm × 20 mm alumínium L idom, vezetékek az áramkör elkészítéséhez, illetve az áramkörzáró dugaszokhoz.

2. tábla:

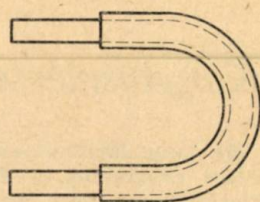
- 1 db tanulókérséleti kapcsoló,
- 22 db banánhüvely,
- 1 db ellenállás (50 ohm 20 W),
- 1 db ellenállás (100 ohm 20 W),
- 1 db ellenállás (150 ohm 20 W),
- 1 db textilbakelit (300 mm × 200 mm),



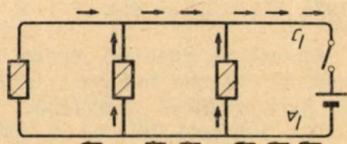
1. ábra



2. ábra



3. ábra



4. ábra

2 db 300 mm hosszú, 10 mm × 20 mm alumínium L idom, vezetékek az áramkör elkészítéséhez, illetve az áramkörzáró dugaszhoz.

A táblák használata

1. tábla: Az áramforrás bekötésével és a dugaszok segítségével zárjuk az áramkört. Például az áramerősség mérése alkalmával a kérdéses pontnál kihúzzuk a dugaszt, és bekapcsoljuk az ampermérőt.

A feszültség mérése is egyszerű. A dugaszokat kissé feljebb húzzuk, s ide csatlakoztatjuk a feszültségmérőt.

Ezzel a táblával a következő mennyiségek mérhetők:

- a) $I_A = \dots$; $I_B = \dots$;
 $I_C = \dots$; $I_D = \dots$
- b) $U_{AB} = \dots$; $U_{BC} = \dots$;
 $U_{AC} = \dots$; $U_{BD} = \dots$;
 $U_{CD} = \dots$

2. tábla. Használata hasonló az előbbihez. A mért mennyiségek:

- a) $I_A = \dots$; $I_B = \dots$;
 $I_C = \dots$; $I_D = \dots$;
 $I_E = \dots$; $I_F = \dots$;
 $I_G = \dots$; $I_H = \dots$;
 $I_I = \dots$; $I_J = \dots$

$$b) U_{BI} = \dots\dots; U_{DG} = \dots\dots; \\ U_{EF} = \dots\dots$$

A mért mennyiségek közötti összefüggések ismertek. Szeretném felhívni a figyelmet egy olyan lehetőségre, amikor az alábbi összefüggéseket láttatjuk meg a tanulókkal (4. ábra):

$$I_A = I_B + I_C \quad I_G + I_F = I_H$$

és

$$I_C = I_D + I_E \quad I_I + I_H = I_J$$

Szavakban:

— A főágban folyó áram szétoszlik a mellékágakban.

- A mellékágakban folyó áram erőssége az ellenálásoktól függ.
- A mellékágakban folyó áram újból egyesül a főágban, tehát

$$I_A = I_J.$$

Ezeket a táblákat akkor lehet használni, ha az áramkör összeállítása már nem okoz gondot tanulóinknak.

Kiss Antal
igazgató
Budapest XVII.,
Erzsébet krt. 56.
Általános Iskola

Könyvismertetés

Dr. Lang Jánosné—dr. Diós József: Oktatási programok a fizika tanításához. Elektromosságtan I. rész. (Tankönyvkiadó, 1974. 131 o. 21,— Ft.)

Az utóbbi években egyre sürgetőbbé vált az oktatási folyamat korszerűsítése. E korszerűsítési törekvések között jelentős szerepet tölt be a programozott oktatás. A hatvanas években hazánkban is megindultak a programozással kapcsolatos kísérletek. Számos cikk és tanulmány jelent meg e témában, s több program is napvilágot látott. A különböző programok többségében azonban a tantervi témának csak egy-egy részletét dolgozták fel, s a programok — kevés kivételtől eltekintve — nem kerültek széles nyilvánosság elé.

A most megjelent könyv úttörő szerepet játszik ebben a tekintetben. A szerzők 17 program keretében feldolgozták a gimnázium 4. osztályában az elektromosságból elvégezhető tanulói kísérleteket. A könyvben szereplő programok felépítésüket tekintve lineáris programok. Az egyes kérdéscsoportokra négy-négy válaszlehetőséget adtak meg a szerzők. A tanulóknak ezek közül kell a helyeset kiválasztaniuk. A jó válaszokat — általában rövid indoklással együtt — az egyes programok végén közölték, biztosítva a tanulóknak az állandó önellenőrzést. Így a könyv az egyéni tanuláshoz és kísérletezéshez is hasznos segéd-eszköz lehet, ha a megfelelő kísérleti

eszközök a tanulók rendelkezésére állnak.

A könyv iskolai használatához a szerzők a tanulói válaszok regisztrálását biztosító berendezés alkalmazását javasolják. Regisztráló berendezés hiányában a szaktanár közös megbeszéléssel ellenőrizheti a megoldások helyességét. A tanulók az egyes lépéseket egyidejűleg teszik meg a visszajelzés biztosítása miatt, így nincs lehetőség az egyéni haladási tempó biztosítására, ami pedig a programozott oktatás egyik sajátossága.

A kísérleti tanításokat követően végzett eredményvizsgálatok bizonyították, hogy a könyv hasznos segéd-eszköz. A könyv használata révén feldolgozott ismeretek mintegy 80%-ban rögződtek a tanulóknak.

Természetesen ezek a programok nemcsak a gimnáziumokban használhatók fel, hanem más iskolatípusokban is. Kiváló segéd-eszköz lehet ez a könyv a fizika szakkörök vezetéséhez is. Egyes programok (pl. „A tranzisztor”) ilyen foglalkozásokra készültek.

A könyv jelentős hozzájárulást jelent a programozott oktatás egyes elveinek gyakorlati megvalósításához. Hathatós segítséget nyújt ezáltal mindazoknak, akik a gyakorlatban is meg akarnak ismerkedni a tanulói kísérletekkel kombinált kollektív programozott oktatással.

Zátonyi S. Alajos
Szeged

In memoriam!

DR. MAKAI LAJOS

Mély megrendüléssel vettük a gyász hírt, hogy elhunyt *Makai Lajos* kartársunk, a hazai fizika szakmódszertan kiemelkedő személyisége.

Középiskolai tanári évei után hosszú időn át volt Szegeden, a József Attila Tudományegyetem oktatója. Szinte pályája kezdetétől fogva intenzív és kiemelkedő eredménnyel foglalkozott a fizikatanítás módszertani kérdéseivel. Ezen a területen szerezte meg az egyetemi doktori címet, majd a kandidátusi fokozatot.

Egyetemi oktatói évei alatt számos tanárgenerációt készített fel igen magas színvonalon a mindennapi tanári munkára. Különösen kitűnt újszerű tanári és tanulói eszközök, demonstrációs eljárások kidolgozásával. Ezen keresztül is beleoltotta tanítványaiba a szertári, az eszközfejlesztő munka szeretetét, az új és jobb megoldások keresése iránti igényt. Számos eszközét átvette gyártásra a taneszközigyártó vállalat is, és így ezek elterjedtek az egész országban.

Számos publikációja közül az ország minden fizikatanárának nélkülözhetetlen, mindennapi segédeszközként vált *A Fizika tanítása* című szakmódszertani könyve, amely igen sok kiadást megérve máig is a legátfogóbb magyar fizika szakmódszertani könyv.

Sokat fáradozott a tanártovábbképzés terén is. Éveken át kiemelkedő előadója volt például a Központi Pedagógus Továbbképző Intézet, majd az Országos Pedagógiai Intézet által rendezett továbbképző tanfolyamoknak.

Folyóiratunk szerkesztőségének szinte kezdettől fogva tagja volt, és kiemelkedő színvonalon végezte a munkáját is.

Intenzív tudományos, oktatói és társadalmi munkásságának magas színvonalát jelzik kitüntetései, megbízatásai is: az Oktatásügy Kiváló Dolgozója, a Szocialista Kultúráért emlékérem tulajdonosa, az MTA Pedagógiai Bizottságának, az IUPAP Magyar Nemzeti Bizottsága Oktatási Szakbizottságának, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat választmányának, az MTESZ Csongrád megyei szervezete Oktatási Bizottságának, a TIT megyei szervezete elnökségének tagja.

Fájdalommal búcsúzunk most tőle! Oktatói, tudományos és társadalmi munkássága méltóképpen megőrzi emlékét.

Dr. Varga Lajos

Ajánlott szakirodalom

- Budó Agoston: Kísérleti fizika I. (Rsz.: 4292/I.) Kötve: 61,— Ft
- Budó Agoston: Kísérleti fizika II. (Rsz.: 4292/II.) Kötve: 49,— Ft
- Dér—Radnai—Sós: Fizikai feladatok I. (Rsz.: 8140/I.) Fűzve: 29,50 Ft
- Dér—Radnai—Sós: Fizikai feladatok II. (Rsz.: 8140/II.) Fűzve: 27,— Ft
- Fizikai példatár középiskolásoknak
- Párkányi László: Mechanika I. (Rsz.: 29 203/I.) Fűzve: 6,— Ft
- Párkányi László: Mechanika II. (Rsz.: 29 203/II.) Fűzve: 7,— Ft
- Párkányi László: Mechanika III. (Rsz.: 29 203/III.) Fűzve: 5,50 Ft
- Párkányi—Tasnádi: Mechanika IV. (Rsz.: 29 203/IV.) Fűzve: 6,50 Ft
- Dr. Némedi István: Asztronautika (Rsz.: 29 203/V.) Fűzve: 8,— Ft
- Holics László: Elektrodinamika I. (Rsz.: 29 203/VI.) Fűzve: 7,— Ft
- Kovács Mihály: Néhány kibernetikai játékgép
(Rsz.: 29 184) Fűzve: 11,50 Ft
- Tihanyi Ferenc: Tanári kézikönyv a dolgozók általános
iskolája 7—8. osztályos fizika tanításához
(Rsz.: 91 411) Fűzve: 6,50 Ft
- Dr. Varga Lajos: Tanulói kísérletezés a fizika
tanításában (Rsz.: 52 558) Fűzve: 18,50 Ft

Most jelent meg

- Dr. Lang Jánosné—dr. Diós József: Oktatási programok
a fizika tanításához I. (Rsz.: 52 632/I.) Fűzve: 21,— Ft

Beszerezhetők, illetve előjegyezhetők a

KÖNYVESBOLTOKBAN

A

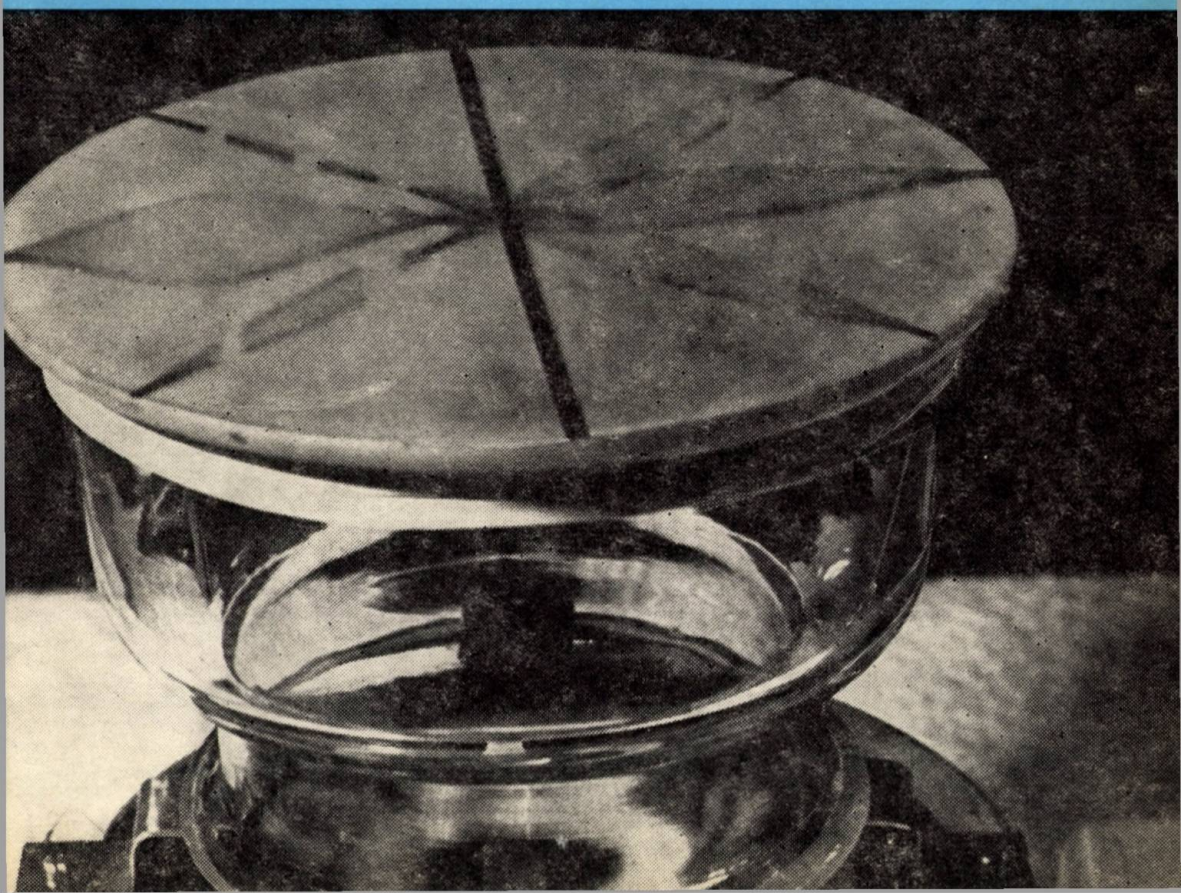
3

1975

XIV. évf.

FIZIKA TANÍTÁSA

Az Oktatási Minisztérium módszertani folyóirata



A FIZIKA TANÍTÁSA

AZ OKTATÁSI MINISZTERIUM
MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA

SZERKESZTŐ:
DR. VARGA LAJOS

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG:
BELLAY LÁSZLÓ, GERGELY
PÉTER, DR. KEDVES FERENC,
KOVÁCS LÓRÁNT, KUGLER
SÁNDORNÉ, NYILAS DEZSŐ,
PÁHÁN ISTVÁN, VIDÓ IMRE,
DR. WIEDEMANN LÁSZLÓ

Megjelenik évente hatszor

Szerkesztőség: 1071 Budapest VII.,
Gorkij fasor 17–21. OPI Fizika Tan-
szék. — Telefon: 228-203, 228-238,
228-609, 228-823, 145 mellék. — Ki-
adja a Tankönyvkiadó, 1055 Buda-
pest V., Szalay utca 10–14. — A ki-
adásért felelős a Tankönyvkiadó
igazgatója. — Terjeszti a Magyar
Posta. — Előfizethető bármely pos-
tahiatalnál, a kézbesítőknel, a
Posta hírlapüzleteiben és a Posta
Központi Hírlap Irodánál (KHI Bu-
dapest V., József nádor tér 1., pos-
tacím: 1900 Budapest) közvetlenül,
vagy postautalványon, valamint át-
utalással a KHI 215–96 162 pénzfor-
galmi jelzőszámra. Előfizetési díj
egy évre: 14,40 Ft

75. 3., 4436 - Révai Nyomda, Buda-
pest. F. v.: Povárný Jenő.

Szerkesztői üzenet

Kérjük a Kartársakat, hogy
közlésre szánt cikkeiket gé-
pelve, két példányban küld-
jék meg a szerkesztőség
fenti címére. — A papírlap-
nak csak egyik oldalára,
kettes sortávolsággal írja-
nak. Egy-egy oldalra 30 sort
gépeljenek. A sor hossza 66
betűhely. A cikkek terje-
delme legfeljebb 12 géptelt
oldal lehet. A rajzokat,
táblázatokat külön lapon,
megfelelő ábraszöveggel
(aláírással) ellátva küld-
jék be.

Címképünk: *Allóhullámok ger-
jesztése felületen.*
(Lásd: Juhász—Ujj: *Allóhullámok*
c. cikket!)

TARTALOM

<i>Dr. Bori István:</i> Középszkolai fizikatanításunk 30 éve	65
<i>Sághi Zoltán:</i> Javaslat a tört alakú mértékegységekre vezető összefüggések általános iskolai tanítására	72
<i>Schärer Mihályné:</i> Tapasztalataim a tanulói kísérletezés terén a 7. osztályos hőtanból ...	76
<i>Kandász László:</i> Fizikai feladatlap	78
<i>Juhász András—Ujj János:</i> Állóhullámok	82
<i>Légrádi Imre:</i> Módszertani megjegyzés az egyenletes körmozgás tanításához	89
<i>Czellár Sándor—Dr. Gergely Lajos:</i> Kis méretű, elektronikus szabályozású fémtermosztát	92
<i>Dr. Kedves Ferenc—Dr. Kovács László:</i> A kvantummechanika tanítása (Nemzetközi tanácskozás Bécsben, 1974. november 8–9.) ...	95
Könyvismertetés (<i>Dr. Rubóczy István</i>)	B/3

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Д-р Иштван Бори:</i> 30 лет обучения физике в средней школе	65
<i>Зольтан Шаги:</i> Предложение к обучению соотношений, ведущих к единицам измерения в дробной форме в восьмилетней школе	72
<i>Михайна Шарер:</i> Мой опыт в области экспериментирования с учащимися в 7 классе по термодинамике	76
<i>Ласло Канас:</i> Тест по физике	78
<i>Андраш Юхас—Янош Уйй:</i> Стоящие волны Имре Легради: Методическое примечание к обучению равномерного кругового движения	82
<i>Шандор Целлар—Д-р Лайош Гергей:</i> Металлический термостат небольшого размера с электронным управлением	89
<i>Д-р Ференц Кедвес—Д-р Ласло Ковач:</i> Обучение квантовой механике (международная конференция в Вене, 8–9 ноября 1974 г.)	92
Рецензия книги (<i>Д-р Иштван Рубоцки</i>)	95
	B/3

INHALT

<i>Dr. István Bori:</i> 30 Jahre des Physikunterrichts in den Mittelschulen	65
<i>Zoltán Sághi:</i> Vorschlag zum Unterricht der durch Quotient definierten Größen	72
<i>Frau Mihályné Schärer:</i> Meine Erfahrungen mit Schülerexperimenten in der Kl. 7. (Wärmelehre)	76
<i>László Kandász:</i> Aufgabenblatt in Physik	78
<i>András Juhász—János Ujj:</i> Stehende Wellen Imre Légrádi: Methodische Bemerkung zum Unterricht der gleichförmigen Kreisbewegung	82
<i>Sándor Czellár—Dr. Lajos Gergely:</i> Kleinförmiges, elektronisch geregeltes Metall-Thermosstat	89
<i>Dr. Ferenc Kedves—Dr. László Kovács:</i> Der Unterricht der Quantenmechanik (Internationale Tagung in Wien, 8–9. November 1974)	92
Bücherbesprechung (<i>Dr. István Rubóczy</i>) ...	95
	B/3

Középiskolai fizikatanításunk 30 éve

1. Gimnáziumaink fejlődésének e szakaszát a 37 000/1945. VKM. sz. rendelet vezette be. Ez lényegében ugyanazt a célt szolgálta, mint az első általános iskolai tanterv, biztosítani kívánta iskoláink demokratikus fejlődését. A rendelet a fizikatanítást viszonylag kismértékben érintette, kihagyta a célkitűzések közül a nacionalista túlzásokat, s hangsúlyozta azokat a helyes oktatási eljárásokat, amelyeket a jó fizikatanárok már régebben alkalmaztak. Jól jellemzi ezt a helyzetet, hogy a tanulók a régi (akkori igényeknek kitűnően megírt) tankönyvből tanultak. A tananyag néhány kiegészítő problémával megnőtt, az oktatási célkitűzések között néhány régebben elhanyagolt feladat hangsúlyosabban szerepelt, e rendelet és néhány módosítása azonban még nem volt komoly kísérlet olyan irányban, hogy a fizikatanítás megfelelően gazdasági és társadalmi fejlődésünk fokozottan jelentkező igényeinek.

A fizikatanítás és a társadalmi igények közötti különbség különösen akkor növekedett meg jelentékenyen, amikor megindult gazdasági és társadalmi fejlődésünk a szocializmus irányában. Az ellentét feloldását a gimnáziumok számára az 1280—10/1950. VKM. sz. rendelettel kiadott tanterv kísérte meg. E tanterv (röviddel megjelenése után) magas szintű bírálatot kapott, és csaknem minden tanévben módosítást is nyert, új tanterv azonban csak az 1961. III. törvény alapján (I. iskolareform) jelent meg. Ennek és néhány módosításának végrehajtása vezet napjainkhoz, amikor újabb iskolareformra készülünk és újabb tanterv kidolgozásán munkálódunk.

Tárgyalásunk célszerű rendjében előbb az 1950. évi tantervvel, majd ennek legelőremutatóbb módosításával (1959/60. tanév évnnyitó rendelete) foglalkozunk, s utalunk jelenlegi tantervünkre és módosításaira.

2. Az 1950. évi tantervnek alapvető változásokat kellett eszközölnie a gimnáziumban. Szocialista fejlődésünknek megfelelően biztosítania kellett a gazdasági fejlődésünkéből következő egyre erősödő természettudományi és technikai igények teljesítését, s végül fel kellett emelnie a tanulás és általában a középiskolai oktató-nevelő munka eredményességét. E törekvések a tantervi célkitűzésben és a tantervi anyagban is felismerhetők.

A tanterv a fizikatanítás célkitűzését a következőkben jelöli meg:

— A környező világ fontos fizikai jelenségeinek és törvényeinek megismerése megfigyelések és kísérletek alapján. A csillagászat alapvető ismereteinek megszerzése. A természet fejlődésének és megváltoztathatóságának felismerése. Az összefüggések és törvényszerűségek megértése és alkalmazása a gyakorlati életben és a természettudományokban.

— A tudomány és a technika kölcsönhatásának tudatosítása.

— A modern technika eszközeinek használatához szükséges ismeretek megszerzése.

— A természettudományos világkép kialakítása, és ezáltal a dialektikus materialista világnézet megalapozása. Harc az idealista világnézet ellen.

E célkitűzések elérése érdekében a tanterv a fizika tanítását a következő óraszámokban rendeli el:

- II. o.: Reál tagozat: heti 2 óra, humán tagozat: heti 2 óra.
- III. o. Reál tagozat: heti 5 óra, humán tagozat: 4 óra.
- IV. o. Reál tagozat: heti 5 óra, humán tagozat: heti 4 óra.

A tantervi anyag mindkét tagozaton ugyanaz. Az óraszámeltérés tehát nem a reál tagozat tanulmányi anyagának növelésére, hanem a feldolgozás mélységének és igényességének fokozására szolgál. A tantervi anyagból (ilyen rövid ismertetésben) nem mutathatunk még példát sem, az igények növekedését azonban szemlélteti a tankönyvek terjedelme is (1961. évi kiadás): A II. o. tankönyve 207 lap, a III. o.-é 240 lap, a IV. o.-é 242 lap.

A tanterv komoly fejlődést jelentett a kitűzött célok felé. Konceptiójában és kivitelében is alkalmas volt mind a szocialista nevelés, mind a fizika szaktudományos követelményeinek emelésére. A tankönyvek legújabb változata kétségtelenül komoly haladást jelent a gyakorlatiasság és az élettel való kapcsolat építése irányában is, sőt bizonyos fokig (bizonyos határok között) a technikai szemlélet fejlesztésére is alkalmas.

Mindezek ellenére e tantervnek és e tanterveken alapuló tankönyveknek is súlyos következményei jelentkeztek. Közöttük elsősorban említhető, hogy csaknem megtanulhatatlanul nehéz tantárggyá vált a fizika. Részint a közölt összefüggések és adatok nagy száma, részint a problémák tárgyalásának mélységi igénye túlzott követelményeket jelentett a tanulók számára, — sőt arra is lehetőséget adott, hogy a magas képzettségű és igényes szaktanárok még a tankönyv keretein is túlmenve, az adott életkor és a feltételek közötti maximumnál is többet követeljenek. Eredményként túlterhelés, illetőleg a tanulmányi eredmény visszaesése jelentkezett, amelyet csak részben tudtak megszüntetni a tantervet követő módosító rendelkezések is. A tanulmányi szintről felmérési adataink nincsenek, elfogadható azonban az az általános vélemény, amely szerint a gimnáziumi fizikatudás is tekintélyes mértékben formális és verbális. Az érettségi vizsgálatok és az egyetemi felvételi vizsgák tanúsága szerint még a jó osztályzatot érdemlő tanulók ismeretei sem eléggé élők, még ezek a tanulók is általában csak nehézségekkel alkalmazzák ismereteiket, s csak igen viszonylagosan szereznek betekintést a fizikai gondolkodásba.

Kismértékben valósította meg a gyakorlat a tanterv nevelési (főleg világnézeti nevelési) célkitűzéseit is. Ehhez ugyanis legalább egyes anyagrészek elemzően aprólékos, elvi alapjaiban boncolgatott tanítása lett volna szükséges. Erre pedig a tantervi anyag mennyisége és a tantervi követelmények mellett nem volt lehetőség. A szaktanárok a tényanyagot, amely a világnézeti nevelés bázisát jelentette, közölték a tanulókkal, a végkövetkeztetések megállapítása (szabatosabban: hatékony és meggyőző megállapítása) azonban igen gyakran elmaradt, illetőleg egyszerű és igen viszonylagosan meggyőző erejű megállapításokkal nyert pótlást.

Az oktatás és nevelés eredményességének hiánya a túlzott tantervi anyagra vezethető vissza. A megjelölt és a tankönyvekben közölt anyagmennyiség csak ismeretnyújtási igénnyel — és semmiképpen sem jártassági követelményekkel — volt elvégezhető. Ezeken a nehézségeken még a jobb módszeres eljárások sem tudtak segíteni. Bár ilyen irányban — főleg a Központi Pedagógus Továbbképző Intézet és a Fővárosi Pedagógiai Szeminárium fizikai tanszékeinek mintaszerű munkája alapján — komoly fejlődés mutatkozott, az eredmény lényegesen nem javult.

Ezen a tipikus tantervi hibán kívül új problémák is vitathatóvá tették a fizikatanítás helyességét. A politechnikai oktatás megvalósítására és az iskolának az élettel való összekapcsolására irányuló törekvések olyan újabb feladatokat róttak a fizikatanításra, amelyeknek adott keretek között semmiképpen sem tudott megfelelni. Főleg akkor növekedtek meg a problémák, amikor a gimnáziumi tanulók szakmai irányú képzése is gimnáziumi feladatként jelentkezett. Ekkor már olyan átfogó, irányító rendeletekre volt szükség, amelyek a heti egynapos gyakorlati oktatási rendszer keretei között kísérelték meg szabályozni a fizikatanítás irányát és módját. Ezt a célt szolgálta az 1959–60-as tanév évkezdő Utasítása.

3. Ez az utasítás tulajdonképpen csak a heti egynapos gyakorlati foglalkozást bevezető iskolák fizikatanításának irányát szabta meg, túlnőtt azonban a kereteken. A fizikatanárok többsége (főleg a jó fizikatanárok) úgy tekintették, mint a politechnikai jellegű fizikatanítás bevezetésének előzményét, s komoly kísérletet a fizikatanítás hatékonyságának emelésére.

Az Utasítás meg is felelt a várakozásnak. Szabatos tájékoztatást adott a világnézeti nevelés hatékonyságának emelésére, helyesen jelölte meg a tantervi túlterhelés csökkentésének útját, s jó elindulást jelentett a korszerű, politechnikai jellegű fizikatanítás felé.

Az Utasításban elrendelt óraszámok a következők:

— II. o.: reál és humán tagozat: heti 2 óra.

— III. o.: reáltagozat: heti 4 óra, humán tagozat: heti 3 óra.

— IV. o.: reáltagozat: heti 5 óra, humán tagozat: heti 3 óra.

A lényegesen eltérő óraszámok világosan mutatják, hogy ebben a tananyag-beosztási elgondolásban nemcsak a tananyag feldolgozásának mélységében, hanem a tananyag mennyiségében is komoly eltérések vannak, bár a célkitűzés lényegében mindegyik tagozaton azonos.

Az Utasítás általános része a fizikatanítás feladatait a következőkben jelöli meg:

— A jelenségek materialista értelmezésére való készség fejlesztése a tanulók észlelő és elemző tevékenysége alapján (ezzel kapcsolatban egyúttal mérőeszközök használatában való elemi jártasság megszerzése),

— szilárd tárgyi ismeretek gyarapítása, lényeges tények módszeres elemzése, tudományos általánosításuk elvégzése és törvényszerűségek megállapítása útján,

— a megtanult tények és összefüggések s a megismert módszerek önálló alkalmazására való képesség fejlesztése,

— önálló, logikus gondolkodásra nevelés a világos fogalmak kialakításával, a fogalmak között fennálló kapcsolatok szabatos megfogalmazásával, valamint következtetések végrehajtásával, szerves összefüggésben különböző elméleti és gyakorlati problémák megoldásával.

Mindezek mellett hangsúlyozza az Utasítás, hogy a tanulóknak világosan kell látniuk a természettudományos kutatás és a termelés közötti megbonthatatlan kapcsolatot szocialista társadalmunkban. Fel kell ismerniük a természettudomány jelentőségét a termelésben, és szerepét a népgazdaság fejlődésének távolában. Ugyanakkor érzelmileg is határozottan befolyásolni kell a tanulókat azok ellen az imperialista erők ellen, amelyek a természettudományok eredményeit (mint pl. a magfizikát) agressziós erőszakpolitikájuk igájába akarják hajtani.

Az Utasítás szerint a dialektikus materialista világnézet kialakítására való törekvésnek kell áthatnia az egész tanítást. Ezt a tanítás akkor szolgálja leg-

jobban, ha tudományosan helytálló mindaz, amit tanítunk. Ez azonban önmagában nem elegendő. A természet tanulmányozása közben nemcsak a fizikai törvények állapíthatók meg, hanem leszűrhetők annál általánosabb világnézeti, filozófiai törvények is. A tapasztalat azt mutatja, hogy e világnézeti megállapítások megfogalmazása nélkül, amelyre természetesen csak a IV. osztályban kerülhet sor, a tanulók keveset hasznosítanak a fizikai tényekből. A tanulóknak ki kell alakulnia annak a meggyőződésnek, hogy a világ megismerhető, a világmindenség egységes és anyagi természetű, a világ térben és időben végtelen, állandóan változó, az anyag mozgás nélkül és a mozgás anyag nélkül nem létezhetik, s a megismerési folyamat is végtelen. A tudomány fejlődésének, az ember megismerő tevékenységének az a célja, hogy az ember a természetet a maga szolgálatába állítsa.

A tanulóknak a szilárd materialista meggyőződés mellett fejleszteni kell a dialektikus gondolkodási készségüket is. A dialektikus módszer egyik sajátossága, hogy a jelenségeket és folyamatokat összefüggéseikben és kölcsönös feltelezettségükben vizsgáljuk. A tanítási rend azonban szétdarabolja az összefüggéseket, különösen fontos tehát, hogy a szaktanár minden lehetséges alkalommal megmutassa a jelenségek kölcsönös összefüggését. Lényeges annak megmutatása is, hogy a jelenségek, folyamatok éppen összefüggésük miatt bonyolultak. A tudomány a fontosabb összefüggéseket keresi, ezért a kutatásban különböző tényezőktől eltekint. Ebből következően azonban a tanulóknak látniuk kell az egyes fizikai törvények érvényességi területét, és azt is, hogy az egyszerűsítéseket, absztrakciókat miért tesszük.

Foglalkozik az Utasítás a politechnikai oktatás követelményeivel is. Ezzel kapcsolatban felhívja a figyelmet a sokoldalú szemléltetésre, s hangsúlyozza a kísérleti, laboratóriumi bemutatás mellett a leglényegesebb gyakorlati alkalmazásoknak modellekkel, ábrákkal, képekkel, filmekkel, gépalkatrészekkel, metszetekkel vagy üzemlátogatás keretében való bemutatását is. Mindezekkel kapcsolatban utal az Utasítás arra, hogy a fizika tanárának ismernie kell a termelést, s szoros kapcsolatot kell keresnie szaktárgya és a termelés gyakorlata között.

A tananyaggal kapcsolatban az Utasítás szakít azzal a megszokott szemlélettel, hogy a tanulók az általános iskolából a teljes tudatlanság és tájékozatlanság állapotában kerülnek a középiskolába. Néhány helyen tehát az általános iskolában tanultakat olyan alapnak tekinti, amelyekre építeni lehet, s amelyeknek nem újratanítása, hanem elmélyítése és kibővítése a középiskolai tanítás célja.

E felfogással az Utasítás módot talál a tananyag csökkentésére is. E csökkentés azonban önmagában nem volna elegendő; néhány helyen tehát az Utasítás összevonja a tárgyalt kérdéseket, másutt pedig az eddig részletesen és elméleti alapon fejtegetett kérdéseket példaszerűen dolgozza fel stb. Mindez azonban nem jelenti semmiképpen, hogy a fizika lényeges kérdései kívül maradnak a középfokú fizikatanítás látókörén. A tanítás ugyanis az így újra nem tanított fogalmakat is felhasználja, alkalmazza, felidézésüket, rögzítésüket lehetővé teszi.

Rámutat még az Utasítás, hogy a tanítandó anyag kijelölésében olyan szempontok vezették, amelyek módot adnak a fontos témák alaposabb és mélyebb feldolgozására, az alapvető ismeretek megszilárdítására, a tanulók gondolkodásának fejlesztésére és a természettudományos látókör jelentékeny szélesítésére. Így a tananyag viszonylagos csökkentése egyúttal növeli a fizikatanítás hatékonyságát, növeli a tanítás eredményességét.

A tanterv részleteivel itt sem foglalkozhatunk, közöljük azonban — mint új előírást — a mérési gyakorlatra előírt (javasolt) témaköröket. Ezek a következők:

- Fajsúlymeghatározás
- Lineáris hőtágulási együttható mérése
- Fajhő mérése
- A jég olvadáshőjének meghatározása
- A víz párolgási hője 100 fokon
- Rugóállandó meghatározása rezgésszámból
- Zárt síp alaprezgésszáma
- Hanghullám terjedési sebessége különböző szilárd anyagokban
- Levegő relatív nedvességtartalmának meghatározása
- Ellenállásmérés Ohm törvénye alapján
- Ellenállás hőefficienciájának meghatározása
- Telep belső ellenállásának meghatározása
- A fejlődő hőmennyiség és a hatásfok összefüggése
- L és C meghatározása
- Valamely anyag elektrokémiai egyenértéksúlyának meghatározása
- Elektroncső karakterisztikájának felvétele
- Törésmutató mérése
- Lencse fókustávolságának a meghatározása
- Homogén fény hullámhosszának a meghatározása

A hagyományos tananyagból a humán osztályokban a következők kimaradnak: Termikus hatásfok. III. főtétel. (A II. főtétel csak kvalitatív.) Merev testek forgó mozgása. Fizikai inga. Mindezekon kívül a humán osztályokban eleendő a jelenségek és gyakorlati jelentőségük megismertetése mélyebb kvantitatív elemzés nélkül. Tükrös oszcillográf. Elektrodinamikus műszer. Váltakozó feszültség vektórábrázolása. Ohmos és induktív, illetőleg ohmos és kapacitív ellenállás soron kapcsolásban. Ohmos, induktív, kapacitív ellenállás soros kapcsolásban. Háromfázisú feszültségek vektorábrái. Kettős gerjesztésű generátor. Indító ellenállás és egyenáramú motorok kapcsolása. Voltaméter. Kétoldalú egyenirányítás. Többbrácsos csövek. Szupervevő. A homorú tükör távolságtörvényének levezetése. A lencsék hibái. Színképek keletkezése.

A régebbi tantervekhez képest csökkent a tananyag a következőkkel: A nyomás fogalma (ismertnek tételezendő fel). Folyadékok és gázok alapvető tulajdonságai (néhány feladattal ismétlendő). Közlekedőedények (ismertnek feltételezett anyag). Arkhimédész törvénye, úszás (ismert anyag, amit mérési gyakorlatokon kell felújítani). Fajsúlymérés (mérési gyakorlaton). Nyomáskülönbségen alapuló eszközök. Bernoulli-egyenlet. Diffúziós légszivattyú. Hőmérséklet fogalma (a molekuláris szerkezettel kapcsolatban van szó róla). Szilárd testek köbös tágulása (csak példaként a lineáris tágulásnál). Dulong—Petit módszer, Gay-Lussac II. törvénye. Hőmennyiség, fajhő (ismert fogalmak). Mayer gondolati kísérlete. A hő terjedése. Olvadás, fagyás, párolgás. Légköri lecsapódás. A gőzmozdony, a motorkerékpár és a gépkocsi. Rezgések összetétele. Hangtan (beleolvad a hullámtanba). Elektromos alapjelenségek. A töltés elhelyezkedése a vezetőn. Áramforrás, galvánelemek áramkör. Ellenállás. Ohm törvénye vezető szakaszra. Műszerek mérési határának kiterjesztése. Technikai ellenállások.

Az Utasítás alapján folyó fizikatanítás eredményei sok szempontból vehetők vizsgálat alá. Mielőtt eredményeit néznők, tudnunk kell, hogy megnehezítette az Utasításban foglaltak megvalósítását a régi tankönyvek használata, s ne-

hézséget jelentett a szaktanárok számára a múlthoz való ragaszkodás, a múlt számtalan hagyománya. Meg kell értenünk, nem könnyű kilépni a megszokott irányvonalból, s eltérni egy új út felé, még akkor is, ha az a korszerűbb fizikatanítást jelenti. Az Utasításban foglaltaknak számtalan akadályozó tényezője volt, köztük alapvetően jelentkezett az a bizonytalanság, amely a régi iskola és az új iskola közötti eltérésekből fakadt. Még legjobb szaktanárainkban is aggodalom ébredt, vajon az általános iskolai tanulmányokra való erőteljesebb támaszkodás s a tantervi linearításra való törekvés nem okoz-e tanulmányi visszaesést. Tanáraink sok esetben — és néha joggal — nem bíztak még az általános iskolai előkészítésben, s csak szerényebb keretek között érvényesítették az új szakmai-módszertani irányvonalat.

A kísérlet eredménye így összegezhető: Korszerű és indokoltan kiválasztott tartalmi anyagot kell nyújtani a tanulóknak, és pedig azokkal a legkorszerűbb módszerekkel (köztük a termelés igényelte kitekintésekkel), amelyek leginkább biztosítják, hogy a megtanult tartalom nem „holt betű”, hanem „élő” ismeretek, jártasságok és készségek összessége. Igazoltak látszik e kísérlet alapján a lineárisabb tantervre törekvés helyessége (az általános iskolai tanulmányokra való bátor építés), és mindenképpen helyesnek látszik (s előzetes vizsgálatok alapján messzemenően indokolt) a fizikatanításnak a termelési követelményekkel való összehangolása. Helyeselnünk kell a kísérlettel kapcsolatban az előrelépést a fizikatanítás nevelési feladatainak megoldása irányában is, s el kell fogadnunk, hogy jó elindítást jelentett az Utasítás a természettudományi látókör szélesítése irányában is.

Itt látszik célszerűnek az Utasítás tanítási módszerekre vonatkozó néhány előremutató rendelkezésének megemlítése. Rámutatott arra, hogy a tanítási órán biztosítani kell a tanulók aktivitását, s úgy kell tanítani, hogy a tanuló ne azt tudja, mit kell otthon megtanulnia, hanem hogy mit tanult meg az iskolában. Hangsúlyozta, hogy a tananyag feldolgozására és a számonkérésre fordított idő arányának meg kell változnia a tanítási órán, s előírta, hogy a tananyagot a tanulók megfigyelései alapján, a jelenségek együttes boncolgatásával az összefüggések közös munkában való megkeresésével, a törvényszerűségeknek a tanulók bevonásával történő megfogalmazásával kell feldolgozni. Igen helyesen igazította el a szaktanárt az adatok megtanítását illetően, valamint a tanulók házimunkája csökkentése irányában is.

Kétségtelen — mindezek ellenére — azonban, hogy ezzel az Utasítással nem oldódott meg (és nem is oldódhatott meg) a fizikatanítás sokféle problémája. Alaphibaként jelentkezett, hogy — főleg a már említett nehézségek miatt — nem sikerült hozzákapcsolni a fizikatanítást a tanulók szakmai irányú munkájához. Az Utasítás (s itt nemcsak a fizikatanítás korlátai között gondolkozdunk) nem volt és nem is lehetett alkalmas, hogy a hagyományos tantárgyak és az új műszaki irányú tanulmányok párhuzamossága helyett a kettő ötvözetét jelentő új iskolát formáljon. Nem szűnt meg a túlterhelés sem, s nem lettek általánossá azok a módszeres eljárások sem, amelyek az új törekvések sikeres munkájának feltételei voltak.

4. Ennek a tanévnyitó utasításnak konkrét tapasztalatait figyelembe véve készült el az 1961. III. törvény alapján megjelent új tanterv. Feladataiból csak a következőket idézzük:

— Szorosabbá kell tenni iskoláink kapcsolatát az élettel, a gyakorlattal, a termeléssel.

— Emelni kell az általános és a szakmai műveltség színvonalát.

— Oktató-nevelő munkánk hatékonyan szolgálja a szocialista világnézet és erkölcs kialakítását.

E feladatrendszer alapján készültek el a tantárgyak tantervei. Így készült el a fizika tanterve is. Az utasítások és a tankönyvek ugyanezt a célt szolgálták.

Újítás volt, hogy a reál és humán tagozatú gimnáziumokat az egységes gimnázium váltotta fel. Ennek viszont alakultak tagozatos (köztük matematikai-fizikai tagozatos) osztályai is. A tagozatos osztályok rendszere beválni látszik. A tanulmányi anyag lényegében azonos az előzőkben említettekkel, bár némi eltolódás látszik a tanulói kísérletezés és a feladatmegoldások irányába. Ezekben az osztályokban (ha a megfelelő feltételek biztosítva voltak, s megfelelő volt a szaktanár is) meglepően jó eredmények mutatkoztak. Ehhez feltétlenül hozzájárultak az elismerésre méltó utasítások is. Még egy jelentős előrelépést meg kell említenünk: fizikatanításunk (legalábbis a tagozatos osztályokban) lényegesen fejlődött a régebben megszokott kvalitatív kísérletezés helyett a kvantitatív kísérletek felé.

Mindezek az eredmények azonban korántsem jelentik a fizikatanítás összes kérdéseinek megoldását. Megmaradt sok régi probléma is, jelentkeztek azonban újak is. A túlterhelés az új tanterv bevezetésével sem csökkent, a linearitás irányában való fejlődés alig halad előre. Ugyanakkor azonban a szaktanárok hiányolják a megfelelő módszertani utasításokat, amelyek a tanulókísérletekhez és a laboratóriumi gyakorlatokhoz nélkülözhetetlenek.

Az új tanterv problémáihoz alapozó jellegű kérdések is járultak. Az 1965-ben végzett országos vizsgálat alapján problematikussá vált a szakmai előképzés (és ezzel a heti egynapos gyakorlati foglalkozás) indokoltsága. Ez óratervi átalakítással és szerény tantervi módosítással járt együtt. Ugyanakkor ismét hangsúlyossá váltak a túlterhelés kérdései. Ennek csökkentése érdekében új tananyagcsökkentő rendelet jelent meg, amely jelenleg is érvényben van.

5. Mindezzel azonban a jelenhez jutottunk el, amelynek gondjait, problémáit és eredményeit ismerjük.

Be kívántuk mutatni, milyen úton jártunk, és milyen problémák megoldásán dolgoztunk harminc éven keresztül. Nem eredmények bemutatására törekedtünk (bár ilyenek is vannak), hanem érzékeltetni kívántuk a fejlődés dinamizmusát, a jobb és a helyesebb irányába való törekvést. És ugyanakkor meg kívántuk mutatni, hogy a további előrehaladás új rendszerezést, új tantervet kíván. Esetleg még azt is kívánja, hogy iskolarendszerünk az új igényeknek megfelelően korszerűbben szolgálja a követelményeket.

Az új iskolareform munkálatai már megindultak, s velük kapcsolatban a fizikatanítás múltjának kutatója csak annyit mondhat: nehéz úton, de — kísérleteink alapján — jó úton járunk.

IRODALOM

A Magyar Kommunista Párt III. Kongresszusának jegyzőkönyve (Szikra, 1946.)

VKM. 37 000/1945. sz. rendelet

Kiegészítő utasítások az 1945—46. iskolai évre. Egyetemi Nyomda, Bp. 1945.

VKM. 75 000/1946. sz. rendelet

A Magyar Dolgozók Pártja Központi Vezetőségének határozata a Vallás- és Köznevelési Minisztérium munkájával kapcsolatos kérdésekről. Köznevelés, 1950. április.

VKM. 1220—10/1950. sz. rendelet

VKM. 1280—10/1950. sz. rendelet

A Magyar Szocialista Munkáspárt VII. Kongresszusa. Kossuth, Bp. 1959.

Bori István: A magyar fizikatanítás fejlődésének vázlata. (A tantárgytörténeti tanulmányok II. kötetében, 169—293. l.) Tankönyvkiadó, 1963.

Dr. Bori István
ny. főiskolai tanár

Javaslat a tört alakú mértékegységekre vezető összefüggések¹ általános iskolai tanítására

A fajsúly, sebesség, nyomás, munka, teljesítmény, illetve Ohm törvényének a kialakításával és megtanításával kapcsolatban alapvető változást hozott az 1963-as tanterv.

Az előző tanterv a fenti fogalmak kialakításához a következő típusú definíciót használta: A fajsúly az egységnyi térfogatú anyag súlya. A nyomás az 1 cm^2 -re jutó nyomóerő stb. Ezek a rövid definíciók könnyen megjegyezhetők voltak, s a tanulóknak nagy segítséget adtak a fajsúly és a nyomás kiszámításához. De „... a tudomány szempontjából helytelen ismeretek tanítása még az alsó fokú fizikatanításban sem engedhető meg, még az esetleges könnyítés indokolásával sem”. (1.: 18. o.)

A régi tanterv definíciói tudományos szempontból kétségtelenül helytelenek voltak, hiszen a fajsúly valóban nem súly, a nyomás nem nyomóerő stb. Ezért aztán az a vélemény alakult ki, hogy ne tegyük fel azt a kérdést, hogy mi a fajsúly és mi a sebesség, hanem az legyen a követelmény, hogy a tanulók tudjanak fajsúlyt és sebességet számítani.

Az új tankönyvek ezeknek a fogalmaknak a bevezetését mindig kétoldalú közelítéssel végezték. Pl. két futó sebességét összehasonlíthatjuk úgy, hogy ugyanazt a távot befutva mérjük a táv megtételéhez szükséges időket. De úgy is lehetséges az összehasonlítás, hogy az azonos idő alatt megtett utak hosszúságát mérjük.

Azzal egyetértett a gyakorló pedagógusok nagy része, hogy a régi definíció nem volt precíz, és hogy a kétoldalú megközelítés pontosabb fogalom kialakításához vezet, de a definíció teljes mértékű elhagyása már fizikatanáraink nagy részében ellenvéleményt váltott ki. (Egyébként maguk a tankönyvek is adtak utólag definíciót. A 8. osztályos fizikakönyv végén, a kislexikonban a következő típusú definíció található: „Fajsúly: a test súlyának és térfogatának hányadosával meghatározott fizikai mennyiség.”)

Az új koncepció azonban nem váltotta be tökéletesen a hozzá fűzött reményeket. „Az eredményvizsgálatok már az első években azt mutatták, hogy jelentős előrelépés van a tanulók fajsúlyra vonatkozó ismereteiben és azok alkalmazásában. A későbbiek során azonban nem fokozódtak ezek az eredmények olyan mértékben, mint azt az új dokumentumok alaposabb megismerése, tapasztalatokon nyugvó alkalmazása mellett várni lehetett volna” (2.: 34. o.). Ezért aztán az 1970–71-es tanévben Győr-Sopron megyében felmérést végeztek Zátonyi Sándor kartárs irányításával. A felmérésben az egyik változatnál ismét adtak definíciót a fajsúly tanításában, s az eredmény minden tekintetben jobb volt ennél a változatnál, mint a definíció nélküli változatnál. (A definíció a kislexikon által megadott definíció volt.)

Nos, a megoldás kézenfekvő: olyan definíciót kell adnunk, amely tudományos szempontból sem kifogásolható, de viszonylag könnyen megjegyezhető formájánál fogva komoly segítséget nyújt a tanulóknak a számítások során. Miskolczi Józsefné és Szántó Lajos kartársak lényegében elfogadják a kislexikon által ajánlott definíciót, de egy igen fontos kiegészítést tesznek: „A fajsúly a test súlyának és térfogatának hányadosával meghatározott fizikai mennyiség, amely számértékben egyenlő az 1 cm^3 (dm^3)-nyi anyag súlyával” (3.: 161. o.).

Ez a definíció már valóban használható, ha kissé hosszú is, és persze kompromisszumot jelent a régi és az új tanterv koncepciója közt; de egy ponton még ez is félreérthető és támadható: a test súlya és térfogata nem *határozza meg* a fajsúlyt. A fajsúly nem függvénye sem a súlynak, sem a térfogatnak, hiszen a fajsúlyt a test anyagi minősége határozza meg. Ezért inkább a következő definíció bevezetése ajánlható: A fajsúly a test súlyának és térfogatának hányadosaként *számítható* fizikai mennyiség, amely számértékben megegyezik az 1 cm^3 térfogatú anyag súlyával.

Ezek után ahhoz, hogy tanulóink biztosan tudjanak a fajsúllyal kapcsolatos számításokat végezni, a fajsúly fogalmának kialakításában a következő út követése ajánlható:

1. Felismertetjük a tanulókkal, hogy ugyanazon anyagú testnek a térfogatát kétszeresére, háromszorosára növelve a test súlya is kétszeresére, háromszorosára nő.

2. Rávezetjük a tanulókat arra, hogy az előbbi mérésorozathoz az azonos anyagú testeknél a súly és a térfogat hányadosa mindig ugyanakkora.

3. Más anyagokra is kiterjesztve a vizsgálatot, megállapítjuk, hogy a súly és a térfogat hányadosa anyagonként különböző, és jellemző a test anyagára. Definíciót adunk: A test súlyának és térfogatának hányadosaként számítható fizikai mennyiséget fajsúlynak nevezzük.

4. Határozzuk meg a fajsúlyt a 6. osztályos tankönyv 49. oldalának mintafeladata szerint!

5. Hasonlítsuk össze az 1 cm^3 térfogatú anyag súlyát az anyag fajsúlyával! Számértékben megegyeznek, mértékegységben különböznek.

Egészítsük ki a definíciót! A test súlyának és térfogatának hányadosaként számítható fizikai mennyiséget, amely számértékben egyenlő 1 cm^3 térfogatú anyag súlyával, fajsúlynak nevezzük.

Összehasonlításként álljon itt a 7. osztályos NDK fizika tankönyv definíciója a fajsúlyról: „Das Verhältnis des Gewichtes eines Körpers zu seinem Volumen nennt man Wichte.” (Physik-Lehrbuch für die Oberschule. Klasse 7.) Szó szerinti fordításban: Egy test súlyának térfogatához viszonyított arányát fajsúlynak nevezzük.

Ez a definíció sokkal egyszerűbb a fenténél és tudományos szempontból sem kifogásolható, s ugyanakkor nagy segítséget nyújt a számításokban is. Kár, hogy a magyar tantervek a fenti egyszerű definíció használatát aligha teszik lehetővé. Egyrészt azért, mert a mi matematika tantervünk kissé mostohán bánik az arány fogalmával és felhasználásával, másrészt mi a 6. osztályban (tehát még az arány tanítása előtt) tanítjuk a fajsúlyt. Véleményem szerint az új tantervnek végleges kimunkálása során érdemes lenne ennek a problémának a megoldásával is foglalkozni.

A fajsúly fogalmának kialakításában követett fenti módszer nyilvánvalóan használható a sebesség, a nyomás és a teljesítmény tanításában is.

Külön kell hogy foglalkozzunk Ohm törvényének, illetve a vele kapcsolatos számításoknak a megtanításával. Jelenlegi tankönyvünk az ellenállás fogalmát az eddigi fizikai fogalmakhoz hasonlóan kétoldalú megközelítéssel alakítja ki. „Egyik oldalról igazoljuk, hogy állandó feszültség esetén két vagy több fogyasztó közül az jelent kisebb akadályt az áram számára, amelyikben ugyanakkora feszültség hatására nagyobb az áramerősség. Másik oldalról történő megközelítésnél állandó erősségű áramot biztosítunk, és mérésekkel igazoljuk, hogy két vagy több fogyasztó közül az jelent kisebb akadályt az áram számára, amelyikben ugyanakkora erősségű áram fenntartásához kisebb feszültség szük-

séges.” (4. : 94. o.) Csakhogy az ellenállás fogalmának ilyen bevezetése kissé sematikusnak tűnik, s nem szükségszerű. Az ellenállás fogalmának a megközelítése lényegesen könnyebb és logikusabb lenne a vezető fizikai adatainak oldaláról.

Maga a definíció is, amit a tankönyv a kétoldalú megközelítés eredményeképp ad, megint csak erősen félreérthető. „A feszültség és az áramerősség hányadosával meghatározott fizikai mennyiség az ellenállás.” A tanulóknak a félreértés alakult ki sok esetben, hogy az ellenállás függvénye a feszültségnek és az áramerősségnek. Itt is célszerűbb így fogalmazni: „A feszültség és az áramerősség hányadosaként számítható fizikai mennyiség az ellenállás.”

De még nagyobb problémát jelent a feszültség és az áramerősség kiszámításának a módja. A tankönyv által ajánlott módszert teljesen egysíkúvá válik az $R = U/I$ összefüggés értelmezése, hiszen abból mindig csak egy oldalt: a feszültség és az áramerősség egyenes arányosságát használjuk fel. Pedig tanítjuk azt is, hogy az áramerősség és az ellenállás fordítva: a feszültség és az ellenállás egyenesen arányosak és ezek az összefüggések gyakorlatilag legalább olyan fontosak, mint az első.

[Ismét álljon itt összehasonlításul a 8. osztályos NDK fizika tankönyv gondolatmenete (tartalmi, kivonatos fordítás az 1967-es kiadás alapján).

Ohm törvénye

1. *Az ellenállás fogalma.* Ha egy áramkör zárt, megindul benne a szabad elektronok áramlása. Az elektronok az ionok közötti térben mozognak. Minden elektromos vezetőnek van elektromos ellenállása. A különböző vezetőknek különböző a belső felépítése, különböző az ellenállása. Az elektromos ellenállás nagysága függ a vezető anyagától. Az ellenállás az anyag tulajdonsága.

2. *Ohm törvénye.* Ha az izzót egy akkumulátor-cellára kapcsoljuk (2 V), nagyon gyengén világít. A feszültséget 4, illetve 6 V-ra emelve az izzó jobban, majd teljes fényerővel világít. Ha növeljük a feszültséget, nő az áramerősség is.

3. *Az áramerősség függése a feszültségtől*

Méréssorozat:	U [V]	I [A]	U/I [V/A]
	2	0,25	8,0
	4	0,51	7,8
	6	0,75	8,0
	8	0,99	8,1

A feszültség és az áramerősség azonos arányban nőnek. (Grafikus ábrázolás.) Egy áramkörben a feszültség és az áramerősség hányadosa állandó. Ezt nevezzük az áramkör ellenállásának.

Az $R = U/I$ egyenlőség megadja a lehetőséget arra, hogy a vezető ellenállását kiszámítsuk. Mérjük a feszültséget és az áramerősséget, és számítsuk az ellenállást.

4. *Az áramerősség függése az ellenállástól.* Alakítsuk át a fenti egyenlőséget $I = U/R$ alakra! Így az áramerősség meghatározható, ha a feszültség és az ellenállás ismert.

Méréssorozat: Az áramerősség függése az ellenállástól állandó feszültség (2 V) mellett

I [A]	R	$I \cdot R$
0,25	egyszeres ellenállás	0,25
0,13	kétszeres ellenállás	0,26
0,08	háromszoros ellenállás	0,24
0,06	négyszeres ellenállás	0,24
0,05	öttszörös ellenállás	0,25

... Az áramerősség és az ellenállás fordított arányban állanak egymással. (Grafikus ábrázolás.)

5. *Az Ohm-törvény megfogalmazása.* Összefoglalva a két méréssorozat eredményeit megállapíthatjuk, hogy a feszültség, az áramerősség és az ellenállás között meghatározott, törvényszerű összefüggés áll fenn, melyre a következő egyenlet érvényes: $I = U/R$. Az áramerősség a feszültség és az ellenállás hányadosa. Ezt a törvényt Ohm fedezte fel, és tiszteletére Ohm-törvénynek nevezzük. Az ellenállás mértékegységei.

Miskolczi Józsefné és Szántó Lajos kartársak tollából megjelent cikk szintén szükségesnektartotta az Ohm-törvénnyel való foglalkozást (5.: 133. o.). Szerintük az óraszám felemelésével és a számítások módosításával lehet megoldani a kérdést. Ők már a számításokban nem kizárólag a feszültség és az áramerősség közti egyenes arányosságot használják fel, hanem alternatívaként összetett arányossági feladatként kezelik a szereplő mennyiségek kiszámítását.

A gyakorló pedagógusok igen nagy része a tankönyv gondolatmenetét követi az ellenállás fogalmának a kialakításában. A feszültség és az áramerősség kiszámításában azonban nemcsak következtetéssel dolgoznak, hanem az $R = U/I$ alapképletet átalakítják a műveletek összefüggései alapján, és az $I = U/R$ és $U = I \cdot R$ képlet alapján dolgoznak. Egyébként ezt a tankönyv is ajánlja a tanév végén alternatívaként (168. o.), s a módszertani folyóiratban is olvashatunk ilyen ajánlásról (6.: 132. o.).

Mindent összevetve az ellenállás fogalmának és Ohm törvényének a tanítását a következőkön módon ajánlom:

1. Az ellenállás fogalmának a bevezetése mint az anyag tulajdonsága.
2. A feszültség és az áramerősség közti kapcsolat vizsgálata azonos fogyasztó esetén. Méréssorozattal az egyenes arányosság és az U/I hányados konstans voltának megállapítása.
3. Különböző fogyasztóknál az U/I hányados vizsgálata változatlan feszültség mellett. Nagyobb ellenállás esetén nagyobb a hányados értéke, kisebb ellenállás esetén pedig kisebb. A hányados jellemző a fogyasztó ellenállására és alkalmas az ellenállás nagyságának a jellemzésére. Az ellenállás kiszámítása. Mértékegységek.
4. Az áramerősség függ az ellenállástól (változatlan feszültség mellett). Mérésorozattal az áramerősség és az ellenállás fordított arányosságának bizonyítása. Az $I \cdot R$ szorzat állandósága. Az $R = U/I$ képlet átalakítása $U = I \cdot R$ alakra. A feszültség kiszámítása.
5. A képlet $I = U/R$ alakja. Az áramerősség kiszámítása.
6. Összefoglalás. Az eddigiek összegezése. Ohm törvénye.
7. Gyakorlás.

A feldolgozásban tehát lényegében az NDK tankönyv szerinti utat követtem, kiegészítve azzal az indoklással, hogy miért alkalmas az U/I hányados a vezető ellenállásának kvantitatív jellemzésére.

Az anyag megtanításához és kellő begyakorlásához egyébként szerintem is szükség van legalább három órára, de inkább négyre.

IRODALOM

1. Dr. Bayer István: Fizikai alapfogalmak — fizikai feladatlapok. OPI, Budapest, 1973.
2. Zátónyi Sándor: Tapasztalatok és javaslatok az általános iskolai fizikatanítással kapcsolatban. (6. osztály: A fajsúly.) A Fizika Tanítása, 1971. évf. 2. sz.
3. Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Számításos feladatok megoldása az általános iskolai fizikaórákon. A Fizika Tanítása, 1971. évf. 6. sz.
4. Kovács Zoltán—Zátónyi Sándor: Tanári kézikönyv a fizika tanításához. 8. osztály. Tankönyvkiadó, Budapest, 1967.
5. Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Iskolánkban így tanítjuk Ohm törvényét. A Fizika Tanítása, 1973. évf. 5. sz.
6. Zátónyi Sándor: Tapasztalatok és javaslatok az általános iskolai fizikatanítással kapcsolatban. (8. osztály, I—III. témakör.) A Fizika Tanítása, 1972. évf. 5. sz.

Sághi Zoltán
szakfelügyelő
Ócsa, Általános Iskola

Tapasztalataim a tanulói kísérletezés terén a 7. osztályos hőtanból

Már nyolc-tíz évvel ezelőtt kezdtem próbálkozni tanulói kísérleteknek tanórába való beépítésével. Nem szorítkoztam a tantervben és tankönyvben leírt és javasolt kísérletekre, hanem amihez volt elegendő kísérleti eszközünk, azt az órát tanulókísérlettel oldottam meg.

Nagy segítséget jelentett a tanulói kísérletezésben a fizikai egységcsomag és a munkafüzet megjelenése. Az alábbiakban arról szeretnék beszámolni, miként alkalmazom a munkafüzet hőtani munkalapjait, és milyen további munkalapokat alkalmazok tanításomban.

A munkafüzet 20. számú munkalapját a következőkkel egészítem ki:

Miután a tanulók az 1. feladat megfigyelését elvégezték, az egymás mellett ülő tanulók közül az egyik két ujja közé fog egy 1 Ft-ost, padtársa ezt melegíti egy égő gyufaszállal. Megfigyeltettem, hogy ki engedi el előbb a kezében levő testet. Így jól érzékelhetővé válik, hogy az egyes anyagok különbözőképpen vezetik a hőt. Így már könnyebben írnak a munkalap 2. felszólítására példákat: Sorolj fel jó és rossz hővezető anyagokat!

A munkafüzet 21. munkalapját kiegészítem a levegő áramlásának a tanulmányozásával. A tanulók a papírkigyó forgásából következtethetnek a levegő áramlására. Ezután következhet szerintem a 2. feladat, mely nem kíván kísérletezést, hanem csak a tapasztalatok felhasználását rajz kiegészítése formájában.

Ezekén kívül az alábbi anyagrészekhez alkalmazok munkalapot:

A mechanikai munka hővé alakulhat

1 db borszeszegő	1 db azbesztlap
1 db háromláb	1 db mérőhenger
1 db hőmérő	1 db vashuzal
1 db főzőpohár	1 db radír

1. Dörzsöld össze erősen tenyeredet! Néhány dörzsölés után kezed lesz.
2. Radírozd erősen asztalod lapját, majd érinzd a radír megdörzsölt részét kezedhez! A radír lett.
3. Hajlítgasd a huzaldarabot azonos helyen 10—15-ször! Érintsd a hajlítgatás helyén a kezedhez! A huzal a hajlítás helyén lett.
Kezünk összedörzsölésekor, radírozáskor, hajlítgatáskor fizikai értelemben végzünk. Ebből fejlődik.
4. Olvasd el a tankönyv 127. oldalát! Mérj ki $\frac{1}{4}$ l vizet, és mérd meg a hőmérsékletét! Közölj vele 1 kcal hőt!
A víz hőmérséklete melegítés előtt °C
A víz hőmérséklete melegítés után °C
Hőmérséklet-különbség °C
 $\frac{1}{4}$ kg víz hőmérsékletének °C-kal való emeléséhez 1 kcal hő szükséges.
(Értékeléssel együtt 15 perc szükséges a kísérletek elvégzéséhez.)

Hőforrások

1 db hőmérő	1 db főzőpohár
1 db vasháromláb	100 g tömegű fémdarab
1 db borszeszegő	

1. Dörzsöld meg a hőmérő folyadéktartályát! Figyeld meg a folyadékszálát! A dörzsölés után a hőmérő hőmérsékletet mutat.
2. Önts 100 g vizet a főzőpohárba! Mérd meg a hőmérsékletét! Tégy bele 100 g tömegű „forró” fémdarabot! Kevergesd a vizet óvatosan, míg a hőmérő folyadékszála megállapodik! A víz a -tól vett fel, a fémdarab adott le a víznek. A leadott hő a felvett hővel.
(A fémdarabokat előmelegítjük az óra elején. A munka elvégzése 10 percet vesz igénybe.)

Hőfelvétel és hőleadás halmazállapot-változás közben

- | | |
|------------------|----------------|
| 1 db vasháromláb | 1 db főzőpohár |
| aszbesztlappal | víz és jég |
| 1 db borszeszégő | 1 db hőmérő |

Mérjétek meg a víz és jég keverékének hőmérsékletét! Ha a hőmérőtök 0°C -ot mutat, kezdjétek el melegíteni a keveréket! Figyeljétek közben a hőmérőt! A hőmérő mindaddig 0°C lesz, míg A közben felvett hő a jég fordítódott. Az olvadás-el jár, de az anyag közben nem változik.

Bár ez utóbbi kísérlet már a 6. osztályban is szerepel, nem árt itt felújítani (A kísérlet 15 perc alatt elvégezhető.)

és új tartalommal bővíteni. A molekulák mozgásáról is beszélhetünk. A hő mint energia az anyag molekuláinak mozgási energiáját növelte meg. Ez nem új fogalom, kémiából már tanulták.

Hősugárzás

- | | |
|------------------|---------------------------|
| 1 db borszeszégő | 1 db cm beosztású vonalzó |
| 2 db hőmérő | sötét papír |
| 2 db gyufásdoboz | alumínium fólia |

Olvassátok le a hőmérőt! A két hőmérő $^{\circ}\text{C}$ -ot mutat. Egyik hőmérő tartályát csavarjátok be a sötét papírba, a másikat alumínium fóliába! Helyezétek a hőmérőt a gyufásdobozokra a borszeszégő két oldalán egyenlő távolságra! Két perc múlva olvassátok le a hőmérsékletet!

Az alumínium fóliába csomagolt tartályú hőmérő $^{\circ}\text{C}$ -t mutat, a sötét papírba csomagolt tartályú hőmérő $^{\circ}\text{C}$ -ot mutat. A hőmérsékletkülönbség oka, hogy a sötét, érdes felületű testek a hősugarakat elnyelik, mint a fényes, sima felületű testek.

A tanulói kísérletezés során a tanulók maguk állítják elő a jelenségeket, megfigyelik azokat, a lényeges jegyeket kiemelik, s ezekből általános érvényű következtetéseket vonnak le. A munkalapok segítik a tanulót a lényeges jegyek kiemelésében, lényeglátásban. Mindegyik tanuló erkölcsi kényszert érez, hogy jól dolgozzon, a felvetett problémát megoldja, kísérletileg igazolja. Úgy tapasztaltam, hogy a tanulókísérleti órákon több idő marad az anyag rögzítésére. Ha a munkalapot kitöltötték a tanulók, már könnyen meg tudják válaszolni általában a „Gondolkozz és válaszolj!” kérdéseket, s ez azért van, mert a saját maguk által felfedezett tényekhez könnyen kapcsolódnak régebbi élmények, emlékek.

Schárer Mihályné
tanár
Bátaszék, Általános iskola

Fizikai feladatlap

Intézkedések sora igyekszik megkönnyíteni a szaktanárok munkáját. Kész feladatlapokat kapnak a tanulók kézhez fizikából is, amelyet a tanárnak — a megfelelő tananyagrészt megtanítása után — ki kell dolgoztatnia diákjaival. A javítás nehéz munkáját követné az elemzés, ha erre idő és energia volna a számtalan egyéb teendő mellett.

Ezt a munkát veszi le a tanár válláról a számítógép azzal, hogy az erre a célra írt program a szükséges számításokat és elemzéseket elvégzi. A program FOKAL nyelven készült és „FIZIKA FELADATLAP” néven fut. (Ennek a

FIZIKAI FELADATLAP

AZ ISKOLA NEVE CIME: BUDAPEST XIII. KARIKAS FRIGYES U. 3.

AZ OSZTALY NEVE: VII. C

A SZAKTANAR NEVE: KANASZ LASZLONE DATUM: 1974.XI.11.

A FELADATLAP AZONOSITOJA: 4.B

A DOLG. IROK SZ.: 14

A FELADATOK /PONTOZASOK/ SZAMA: 9

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. FELADATRA ADHATO MAX. PONT: | 1 |
| 2. FELADATRA ADHATO MAX. PONT: | 1 |
| 3. FELADATRA ADHATO MAX. PONT: | 1 |
| 4. FELADATRA ADHATO MAX. PONT: | 1 |
| 5. FELADATRA ADHATO MAX. PONT: | 2 |
| 6. FELADATRA ADHATO MAX. PONT: | 2 |
| 7. FELADATRA ADHATO MAX. PONT: | 1 |
| 8. FELADATRA ADHATO MAX. PONT: | 2 |
| 9. FELADATRA ADHATO MAX. PONT: | 1 |

- | | |
|--|----|
| 1-ES OSZTALYZATRA ADHATO PONTSZAM ALSO HATARA: | 0 |
| 2-ES OSZTALYZATRA ADHATO PONTSZAM ALSO HATARA: | 6 |
| 3-AS OSZTALYZATRA ADHATO PONTSZAM ALSO HATARA: | 9 |
| 4-ES OSZTALYZATRA ADHATO PONTSZAM ALSO HATARA: | 10 |
| 5-ÖS OSZTALYZATRA ADHATO PONTSZAM ALSO HATARA: | 12 |

nyelvnek az is előnye, hogy a program könnyen és gyorsan módosítható a megváltozott igényeknek megfelelően.) Itt bemutatjuk a 7. osztály 4. feladatlapja B változatának programját.

A program futtatásához csak az osztályzatokra adható pontszámok alsó határait (5 db) kell megadni, esetleg több variációban is. Más előkészítést a szaktanár részéről a program nem igényel.

A kijavított feladatlap adatait lyukszalagra rögzítik. Ezt követheti a prog-

MAX.PONTOK	1	1	1	1	2	2	1	2	1				
TANULO	PONTOK										PONTSZ. JEGY TELJ.%		
1. ANGYAL PETER	1	1	1	0	0	2	1	2	1	9	3	75.0	
2. BAKO PETER	1	1	1	1	2	2	0	0	1	9	3	75.0	
3. BAUER ANDREA	1	1	1	1	2	2	1	2	0	11	4	91.7	
4. BUGYI MIKLOS	1	1	1	1	2	2	1	2	0	11	4	91.7	
5. CSATA JOZSEF	1	1	1	0	2	2	1	0	1	9	3	75.0	
6. FOGARASI LAJOS	1	1	0	1	1	2	1	1	0	8	2	66.7	
7. FUZES CSABA	1	1	1	1	2	2	1	2	1	12	5	100.0	
8. HENTER ZSOLT	1	1	1	1	2	2	1	2	1	12	5	100.0	
9. KELETI AGOTA	1	1	1	1	2	2	0	0	1	9	3	75.0	
10. NYIRI CSABA	1	1	1	1	2	2	1	2	0	11	4	91.7	
11. NYITRAI AGOTA	1	1	1	1	2	2	1	0	1	10	4	83.3	
12. PETRANYI MONIKA	1	1	1	1	2	2	1	2	1	12	5	100.0	
13. PAPP ZOLTAN	1	1	1	1	0	2	0	0	0	6	2	50.0	
14. ZSIDO MARIANNA	1	1	1	1	2	2	1	2	0	11	4	91.7	
										140	3.6	83.3	
										OSSZEG	ATL.	ATL.	
ELERHETO OSSZPONTSZAM	168												
EBBOL AZ OSZT. ELERT	140												
A %-OS TELJESITMENY	83.333												
AZ ATLAGOSZTALYZAT	3,64												

AZ OSZTALYZATOK MEGOSZLASA

EGYES	KETTES	HARMAS	NEGYES	OTOS
0	2	4	5	3

1.FELADATOT TELJESEN	14 TANULO OLDOTTA MEG	
	OSSZPONTSZAMUK	14
2.FELADATOT TELJESEN	14 TANULO OLDOTTA MEG	
	OSSZPONTSZAMUK	14
3.FELADATOT TELJESEN	13 TANULO OLDOTTA MEG	
	OSSZPONTSZAMUK	13
4.FELADATOT TELJESEN	12 TANULO OLDOTTA MEG	
	OSSZPONTSZAMUK	12
5.FELADATOT TELJESEN	11 TANULO OLDOTTA MEG	
	OSSZPONTSZAMUK	22
6.FELADATOT TELJESEN	14 TANULO OLDOTTA MEG	
	OSSZPONTSZAMUK	28
7.FELADATOT TELJESEN	11 TANULO OLDOTTA MEG	
	OSSZPONTSZAMUK	11
8.FELADATOT TELJESEN	8 TANULO OLDOTTA MEG	
	OSSZPONTSZAMUK	16
9.FELADATOT TELJESEN	8 TANULO OLDOTTA MEG	
	OSSZPONTSZAMUK	8
1.FELADATOT RESZBEN	0 TANULO OLDOTTA MEG	
	OSSZPONTSZAMUK	0
2.FELADATOT RESZBEN	0 TANULO OLDOTTA MEG	
	OSSZPONTSZAMUK	0
3.FELADATOT RESZBEN	0 TANULO OLDOTTA MEG	
	OSSZPONTSZAMUK	0
4.FELADATOT RESZBEN	0 TANULO OLDOTTA MEG	
	OSSZPONTSZAMUK	0

ram futtatása. Az adatszalatot a gyorsolvasóba helyezzük, és a programot indítjuk. Futás közben nem igényel beavatkozást.

A program megadja tanulóként: az összpontszámot, a jegyet, a teljesítményt; az osztályra (illetve a B csoportra) vonatkozóan pedig: az elérhető összpontszámot, ebből a csoport mennyit ért el, az osztály teljesítményét, az átlagosztályzatot, az osztályzatok megoszlását.

5.FELADATOT RESZBEN	1 TANULO OLDOTTA MEG	
	OSSZPONTSZAMUK	1
6.FELADATOT RESZBEN	0 TANULO OLDOTTA MEG	
	OSSZPONTSZAMUK	0
7.FELADATOT RESZBEN	0 TANULO OLDOTTA MEG	
	OSSZPONTSZAMUK	0
8.FELADATOT RESZBEN	1 TANULO OLDOTTA MEG	
	OSSZPONTSZAMUK	1
9.FELADATOT RESZBEN	0 TANULO OLDOTTA MEG	
	OSSZPONTSZAMUK	0

1.FELADATOT	0 TANULO NEM OLDOTTA MEG
2.FELADATOT	0 TANULO NEM OLDOTTA MEG
3.FELADATOT	1 TANULO NEM OLDOTTA MEG
4.FELADATOT	2 TANULO NEM OLDOTTA MEG
5.FELADATOT	2 TANULO NEM OLDOTTA MEG
6.FELADATOT	0 TANULO NEM OLDOTTA MEG
7.FELADATOT	3 TANULO NEM OLDOTTA MEG
8.FELADATOT	5 TANULO NEM OLDOTTA MEG
9.FELADATOT	6 TANULO NEM OLDOTTA MEG

VEGE

A végén ad egy elemzést, amelyből az látható, hogy az egyes feladatokat hányan oldották meg teljesen, s ezekre mennyi pontot kaptak összesen. Ehhez hasonló a részben megoldott feladatok kigyűjtése is. A szaktanároknak a legtöbbet talán az elemzés harmadik része adja.

Ennek az elemzésnek az elvégzése nem kívánható senkitől, ellenben hasznos lehet a későbbiek folyamán.

Ha a jegyek alsó határait más módosításban adjuk meg, akkor ez lényegében nem kíván új adatszalogot.

Magyarországon is már elég sok helyen van számítógép, sőt egyes oktatási intézményekben is megtalálható. A program futtatását tehát meg lehet szervezni, s ezzel lényegesen megkönnyíthető a szaktanárok munkája. A program természetesen más tantárgy feladatlapjainak feldolgozására is alkalmas.

Az alábbi mellékletben példaként közöljük a 7. osztály 4. feladatlapja B változatának számítógéppel történt értékelését.

Kanász László
tudományos munkatárs
Budapesti Egyetemi Számítóközpont

Állóhullámok

A kísérleteken alapuló középiskolai fizikaoktatás egyik fontos fejezete a mechanikai hullámtan. Olyan új fogalmakat kell itt szemléletes kísérleteken és az így bemutatott jelenségek matematikai leírásán keresztül kialakítani, amelyek nélkülözhetetlenek bármilyen mechanikai vagy elektromágneses hullám-jelenség megértéséhez.

A mechanikai hullámtan tanítását különösen fontossá teszi az is, hogy az itt bevezetett fogalmak a magasabb fokú fizikatanulmányok során az anyag szerkezetét leíró kvantummechanika alapfogalmaivá válnak. A hullámtanban megismert kísérletek is jól hasznosíthatók itt, hiszen lehetővé teszik a kvantummechanika közvetlenül nem szemléletes fogalmainak bizonyos fokú érzékeltetését.

Kísérletek folynak arra is, hogy hogyan lehetne a középiskolában a statikus Bohr modellt túllépve az elemi részek fizikájával foglalkozni. A középiskolában a kvantummechanika tárgyalásához nem rendelkeznek a diákok elegendő matematikai ismerettel. Ezért a jelenleg folyó oktatási kísérletekben a kvantummechanikai leírásmód igazságtartalmát a mechanikai hullámtanra építve képszerű analógiák alapján érzékeltetik (legalább, mellérendelt módon).

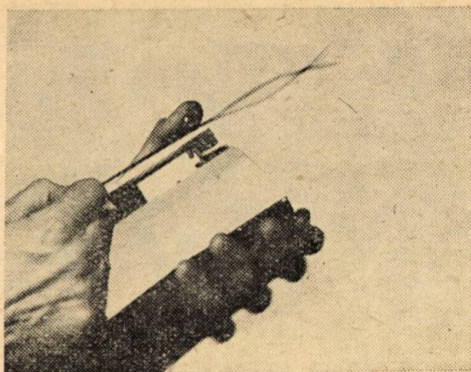
A mechanikai hullámtan középiskolai tanítása során a legényegesebb hullámtani fogalmaknak a közismert kötélhullámokon és az ún. hullámkadás kísérleteken kívül az állóhullám-kísérletek tanulmányozásával mélyíthetjük el. Ezért ismertetünk az állóhullámok témaköréből néhány kevésbé közismert (vagy egyáltalán nem ismert) kísérletet.

Vonal mentén kialakuló állóhullámok

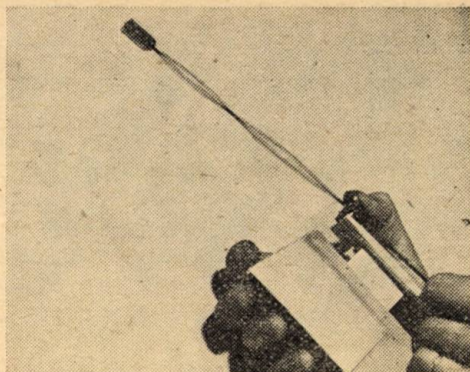
Az állóhullámok fogalmi bevezetéséhez nem ajánlhatunk jobb, szemléletesebb kísérletet, mint a gyakorlatban elterjedt, tankönyveink által is leírt gumikötél kísérletet. Itt az egész osztály számára jól megfigyelhetővé tehetjük a hullámok terjedését, visszaverődését rögzített és szabad végről; két hullám interferenciáját. Ilyen bevezetés után a tanulók már önállóan vagy kis tanári segítséggel értelmezni tudják a gumikötél folyamatos rázásával kialakuló jellegzetes, időben állandósult hullámállapotot, az állóhullámot.

A gumikötél egyik végének kézzel történő szapora rázogatóásával az alapállapoton kívül más, tartósan is jól látható hullámállapot gerjesztéséhez azonban már külön ügyesség kell.

Néhány egyszerű kísérlettel az ilyen magasabban gerjesztett állapotok bemutatása is könnyen megvalósítható. Hosszú keskeny acéllemezcsik (órarugó) egyik végéhez szorítsunk egy, a kereskedelemben kapható NDK gyártmányú MA—1 masszírozógépet. A vibrátor rezgése a lemezen jól megfigyelhető állóhullámképet alakít ki. A masszírozógép frekvenciáját hanggenerátorról szabályozhatjuk egy teljesítményerősítő közbeiktatásával. A frekvenciát változtatva a szabad végű lemezcsíkon csak akkor alakul ki állóhullám, ha a lemez hossza a gerjesztő frekvenciának megfelelő negyedhullámhossz többszöröse ($1/a$ ábra). Rögzített vég esetén kialakuló állóhullámok bemutatása hasonló módon történhet, ha a vibrátorra szorított lemez szabad végére ólomból készült pogácsát szegecselünk. A nagytömegű ólom ugyanis nem követi a lemez rezgéseit, ezért a lemez vége rögzítettnek tekinthető, amelyről visszaverődnek a lemezre vitt hullámok. A rezgés frekvenciáját változtatva itt is szembevetünk a szabályszerűség: állóhullámok csak akkor alakulnak ki, ha a rezgő lemez hossza a hullámhossz felének egész számú többszöröse ($1/b$ ábra).



1a ábra. Szabad végű, rugalmas lemezcsík első gerjesztett állapota



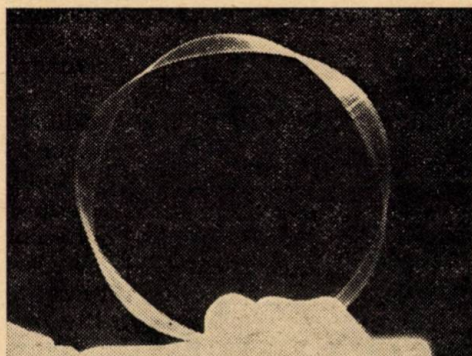
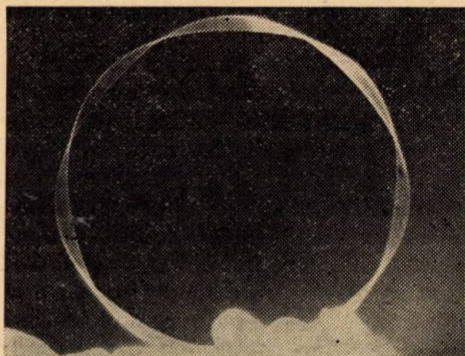
1b ábra. Állóhullám kialakulása rögzített végről történő visszaverődéssel; első gerjesztett állapot ($l = 2 \cdot \lambda/2$)

A húron, rugalmas lemezcsíkon kialakuló állóhullámképek megfigyelése után szinte magától értetődőnek tűnik, hogy a hullámállapotokat a kialakult belső csomópontok számával jellemezzük. Ennek értelmében nevezzük alapállapotnak a két végén rögzített húron kialakuló hullámot, ha a két rögzítési ponton kívül nincs több csomópont. A húr első gerjesztett állapotáról beszélünk, ha a rögzítési pontokon kívül egy, második gerjesztett állapotról, ha kettő stb. ún. belső csomópont alakul ki.

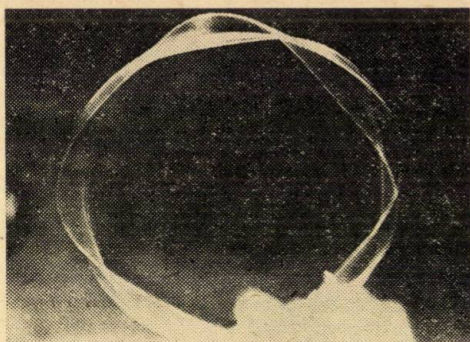
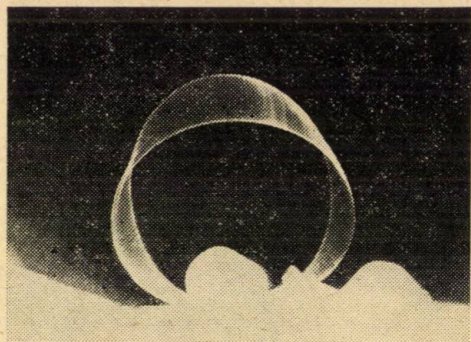
Az állóhullámok fogalmát legegyszerűbb módon mindkét végén rögzített húr állapotait vizsgálva vezethetjük be. A fogalom általánosítását segíthetjük a sokfajta szemléletes állóhullám-kísérlet bemutatásával.

Igen érdekes állóhullámábrákat gerjeszthetünk pl. vibrátorunkkal, bilincssel megfogott, változtatható átmérőjű körabroncson (órarugó). Ha a masszírozógépet a hálózatba csatlakoztatjuk, akkor egy kb. 30 cm átmérőjű abroncson hét-kilenc csomópontot tartalmazó állóhullámot gerjeszthetünk. Ha az acéllemezt kör alakúvá összefogó bilincs elég laza és lehetővé teszi az abroncs kerületének fokozatos csökkentését, a körabroncson egymást követik az egyre kevesebb csomópontot tartalmazó állóhullám-állapotok. Körabroncson kialakuló állóhullámokat mutat a 2. ábrasorozat.

Hanggenerátorral meghajtott vibrátorral gerjesztve az abroncsot, még további érdekes jelenséget figyelhetünk meg. Adott kerületű abroncson kialakult sza-



2. ábra. A körabroncs kerületének változtatásakor állandó gerjesztő frekvenciára kialakuló állóhullámok. (A felvételek oldalfény megvilágítással készültek.)



3. ábra. A rezonancia frekvenciától kissé eltérő gerjesztés hatására kialakuló zavart állapot

bálys állóhullámkép már a rezonanciafrekvenciától kissé elhangolt gerjesztés esetén is eltorzul, a rezgés zavarttá válik (3. ábra). Ha a jelenségről nem pillanatfelvételt készítünk, hanem folyamatában vizsgáljuk, a látottak — ha nem is a legtermékenyebb, de — jó analógiát szolgáltatnak az energiakvantáltság képszerű, gyermekközelbe hozásához. (Az abroncs csak meghatározott energiára, és annak többszöröseire gerjed, — a többit mintegy „visszaveri”.)

Felületen kialakuló állóhullámok

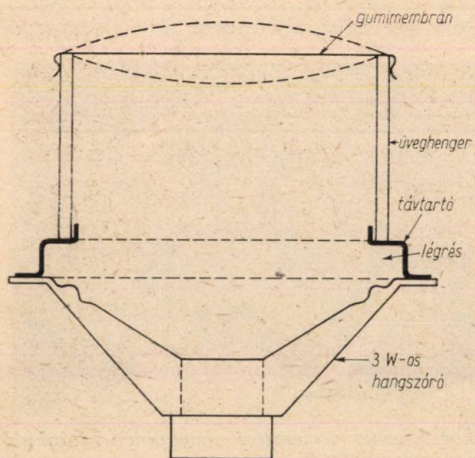
A rugalmas felületen kialakuló állóhullámokat a keretre feszített hártványon érzékeltethetjük a leglátványosabban.

Dob rezgései

Viszonylag könnyen, házilag is elkészíthető olyan demonstrációs eszköz, amellyel a rugalmas, kör alakú gumihártyán (dob) kialakuló állóhullámokat az egész osztály számára is jól szemléltethetjük (címkép).

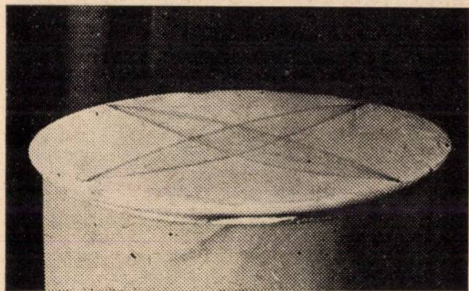
Kb. 15 centiméter magas, 15—20 centiméter átmérőjű cső egyik végét zárjuk le egyenletesen megfeszített luftballongumival. Távtartók segítségével rögzítsük az üveghengert 3—4 wattos hangszóró membránja fölé úgy, hogy a hangszórómembrán és a henger alja között kb. 3—4 centiméter magas légrés legyen (4. ábra). A hangszórót hanggenerátorról szólaltatjuk meg. A gumilemez saját

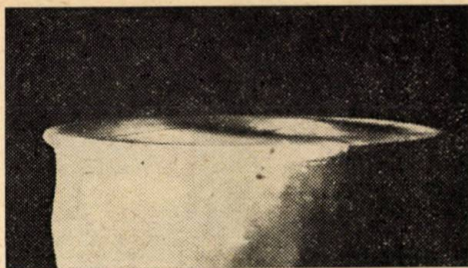
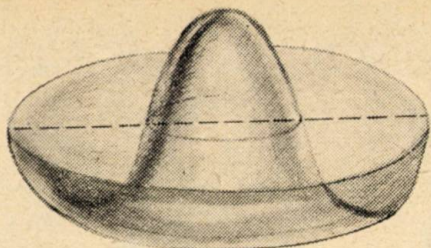
frekvenciáira hangolva a generátort, a dobon karakterisztikus állóhullám-fe-



4. ábra. A felületi állóhullámokat demonstráló eszköz metszete

5. ábra. Rezgő dob alapállapotban



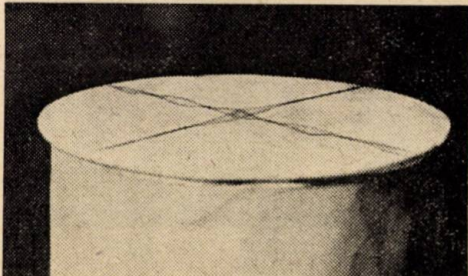
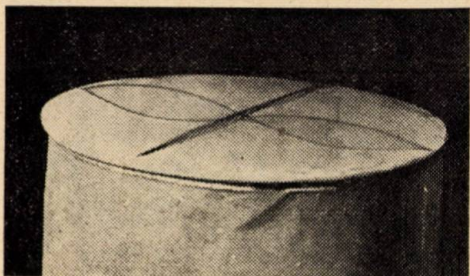
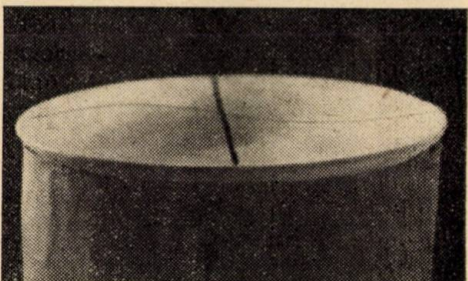


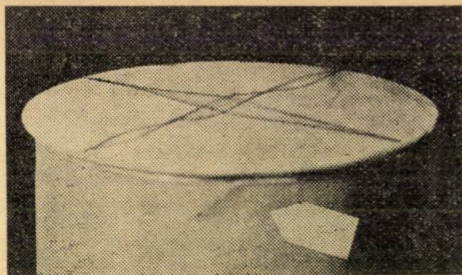
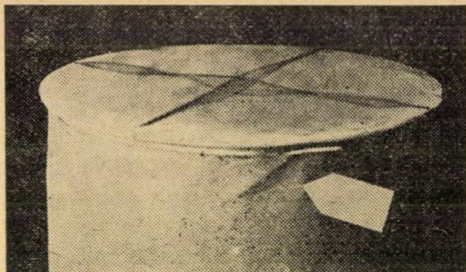
6. ábra. Az első gerjesztett állapot kialakulása. (A gumilemezen kialakult hullámfelületet mutató fénykép az MTA Kutatófilm Osztálya segítségével, stroboszkópos lassítással készült)

lületek alakulnak ki. (A kialakuló állóhullámkép megfigyelését könnyíti, ha a kifeszített gumihártyára pl. két egymásra merőleges körátmérőt filctollal berajzolunk.) A legalacsonyabb gerjesztő frekvencián a húr alapállapotához hasonlítható hullámkép alakul ki. A dob közepe maximális amplitúdóval rezeg, a dob szélén a hártya nyugalomban van (5. ábra). Ha sikerül a vékony gumihártyát egyenletesen kifeszíteni és a hangszórót pontosan a hengerpalást tengelyében elhelyezni, a gerjesztés frekvenciájának növelésével csakhamar újabb, jellegzetes állóhullám alakul ki. A hártya közepe továbbra is maximális amplitúdóval mozog, de a középponttól kifelé haladva a körlemez kerületével koncentrikusan rezgésmentes állapotot — csomókört — találunk. Tovább haladva a középponttól, a csomókör és a dob pereme között még egyszer maximális amplitúdójúvá erősödik a rezgés. Ezt a rezgésállapotot érzékelteti a 6. ábra rajza és a rezgő dobról készült pillanatfelvétel. A generátor frekvenciájának további növelésével esetleg még egy csomókört tartalmazó hullámállapot is kialakulhat.

Mozdítsuk most el a hangszórót egy kicsit a dob tengelyétől! A gumilapon most is jellemző, de már nem körszimmetrikus állóhullámkép alakul ki. Az egyre magasabb frekvenciákon jelentkező ilyen állapotokat a csomókörök és csomóegyenesek rendszerével jellemezhetjük. Ilyen jellegzetes állóhullámképet mutat a 7. ábra. A kifeszített gumihártyán legtöbbször vannak gyártásból adódó egyenetlenségek, ilyenkor a hangszórót el sem kell mozdítani centrikus helyzetéből, a kialakuló állóhullámképeleve tartalmaz csomóvonalakat is. A gumimembrán asszimmetriája miatt ilyenkor nehezen érhető el, hogy az első gerjesztett állapotot jellemző kör alakú csomóvonal alakuljon. Ez az asszimmet-

7. ábra. Gerjesztett állóhullám-állapotok a dobon





8. ábra. Az aszimmetria által okozott, egymáshoz közeli gerjesztési szintekről készült felvételek (450 és 465 Hz)

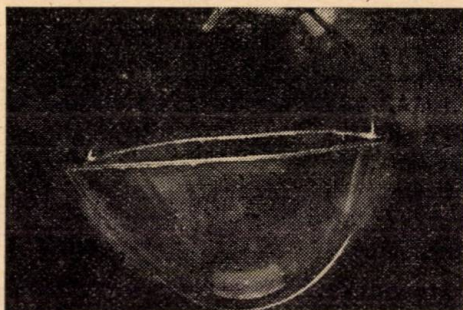
rikus feszítettség azonban hasznos is lehet. Egyes membránokon ugyanis a magasabb frekvenciájú tartományban két egymásra merőleges átmérő mentén a csomópontok száma különböző lehet (8. ábra). A membrán geometriai szimmetriája ellenére a fényképen látható két hullámkép különböző, és egymástól csak kismértékben eltérő gerjesztő frekvenciák esetén jelenik meg. (Az irányok megkülönböztetését a dob palástján levő — az ábrán nyíllal jelölt — horpadás teszi lehetővé.) Az egymáshoz közel eső gerjesztési energiák jó analógiát szolgáltathatnak az egyes anyagok (például a klorofill) színének megértéséhez.

A szappanhártya rezgései

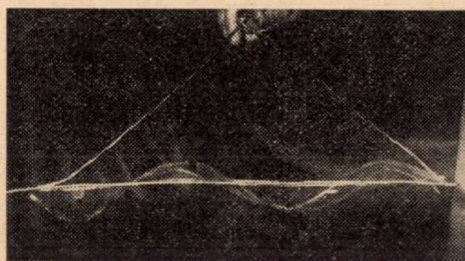
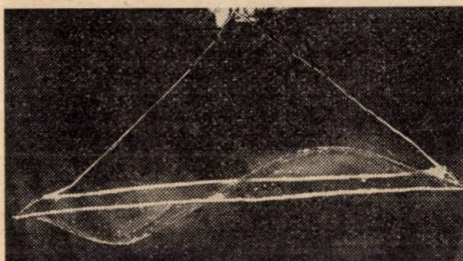
A keretre feszített hártyákon kialakuló állóhullámokat a gumihártyán kívül nagyméretű szappanhártyákon is szemléltethetjük. Kör és téglalap alakú kereteken gerjesztett szappanhártya hullámokat mutat a 9. ábra.

A kísérletekhez a kellő rugalmasságú, nagyméretű hártyát adó oldatot Kerek Imre (ELTE, Kolloid Kémia Tanszék) tanácsára a következő igen egyszerű recept szerint készítettük el: Flóra mosószappan-reszelékből forró desztillált vízben annyit oldunk, hogy az oldat lehűtve éppen gélesedni kezdjen. Majd adjunk az oldathoz néhány milliliter glicerint. Az így elkészített keveréket használat előtt kicsit hagyjuk állni.

A húr, a téglalap és kör alakú hártyák sajátrezgéseit matematikailag a megfelelő hullámegyenletek megoldásával pl. Budó: Mechanika című egyetemi tankönyve tárgyalja.



9a ábra. Kör alakú szappanhártya alapállapota. (A kör átmérője kb. 50 cm)



9b, c ábra. Téglalap alakú keretre feszülő szappanhártya gerjesztett állapotai. (A keret 60×30 cm méretű.)

Térbeli állóhullámok érzékeltetése, cseppek rezgései

Térben kialakuló sajátállapotok kísérleti bemutatásával tovább általánosítjuk az állóhullám fogalmát. Szép, jellegzetes állóhullám-állapotokat gerjeszthetünk felületi feszültség által összetartott folyadékcseppekben.

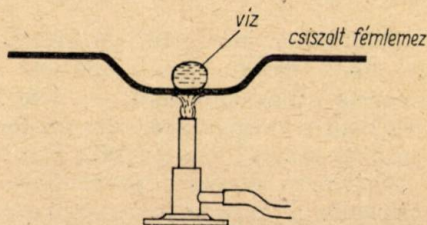
A folyadékok molekulái közt működő kohéziós erők a folyadék szabad felszínének minimalizálására törekszenek. Egy csepp ideális, a legkisebb felületi energiát képviselő alakja a gömb. Sajnos, ilyen ideálisan gömb alakú cseppeken nem tudunk sajátrezgést tanulmányozni. A tálkába tett higany, a zsíros papírra vagy tüzes fémlapra ejtett vízcsepp többé-kevésbé elveszti ideális gömb alakját, belapul úgy, hogy ezáltal súlypontja alacsonyabbra kerül. Bár a felülete az ideális gömbéhez képest nőtt, a csepp összenergiája végül is, az adott feltételek mellett a legkisebb lesz. A kissé belapult, torzult gömbökön kialakuló hullámok jól érzékeltetik a térben lehetséges rezgésállapotok sokrétűségét.

Sajátállapotok kialakulása vízcseppen

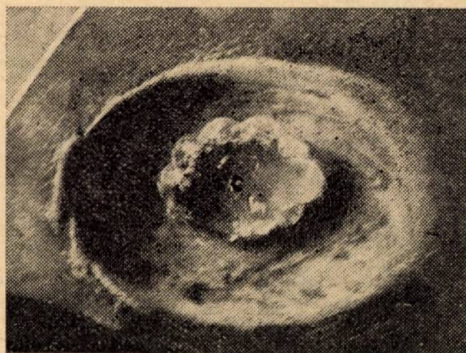
Egy kb. tenyérnyi rézlemez közepét enyhe ívben mélyítsük ki, majd csiszolópáncsval dörzsöljük meg. A fémlemez Bunsen-lámpán tüzesítjük fel, majd a lemez mélyedésébe cseppentsünk vizet! A vízcseppnek a fémmel közvetlenül érintkező része nagyon gyorsan elpárolog, és a gőzréteg a cseppet szinte elszigeteli a forró lemeztől. A vízcsepp az így kialakuló „gőzpárnán” megközelítőleg gömb alakot vesz fel. Az előzőleg megcsiszolt lemez felületi egyenetlenségei miatt a gőzfejlődés intenzitása nem mindentütt egyforma. Az egyenetlen gőzfejlődés lökdösi a cseppet, ami rezgésbe jön. A 10. ábra a vízcseppen leggyakrabban kialakuló állóhullám-állapotokról készült fényképfelvételeket mutat.

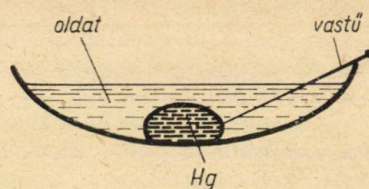
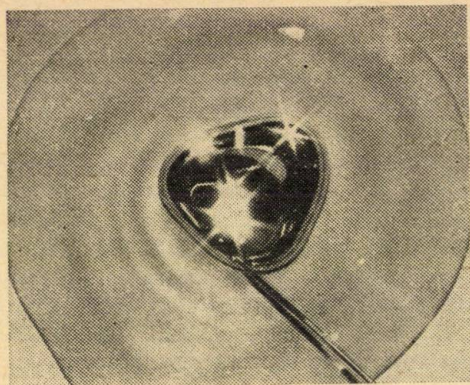
Higanycsepp sajátrezgései

Helyezzünk óráüvegre higanycseppet, majd öntsünk rá $K_2Cr_2O_7$ -re nézve 0,002 n. töménységű, 0,1 n. kénsavoldatot. Az ellapult gömbre emlékeztető higanycsepp még jobban szétterül, ahogy az elektrolit ellepi. Ha viszont egy vastúvel (gombostű) megérintjük, pillanat alatt összerándul, kigömbölyödik. Ha a tűt oldalról, ügyesen úgy érintettük a higanycsepphez, hogy a csepp összerándulásaival a kapcsolat is megszakad a tű és a higanycsepp között, a



10. ábra. Rezgő vízcsepp forró lemezen





11. ábra. Higanycsepp rezgési sajátállapota

csepp kis idő múlva újra az oldatban jellemző lapos formáját venné fel, de ekkor újra érintkezik a tűvel. Ismét összerándul, és a folyamat most már így ismétlődik. Ha az összerándulások és elernyedések gyakorisága megegyezik a csepp valamelyik rezonanciafrekvenciájával, a higany egész tömege rezgésbe jön, jellegzetes állóhullám-állapotokat, jellemző csomófelületeket figyelhetünk meg (11. ábra).

A higanycseppet rezgésbe hozó mechanizmus a higany és a vas felületén lejárolt bonyolult elektrokémiai folyamatokra épül. Anélkül, hogy belemennénk a folyamatok részletes elektrokémiai tárgyalásába, a következőket mondhatjuk: A kálium-bikromátos kénsavoldatban a higany felülete pozitív töltésűvé válik. A pozitív töltések között fellépő Coulomb-taszítás a kohéziós erők ellen dolgozik, ezért a csepp az oldatban jobban szétterül. A kénsavas elektrolit oldathoz képest a vastú negatív potenciálú, érintésére közömbösödik a higanycsepp pozitív felületi töltése, így a felületi feszültség összerántja a cseppet.

*

Cikkünkben már a terjedelem miatt sem lehetett célunk a középiskolai fizikatanterv struktúrájának elemzése. Az a tény viszont, hogy a hullámsajátságok ismerete kulcsfontosságú, — nem vitatható! A jelenleg érvényben levő tanterv csak a megemlítés szintjén foglalkozik az elemi részek fizikájával, azonban nem kizárt, hogy az 1978-ban életbe lépő új fizikatanterv határozottabban körvonalazza ezeket a problémákat. Így — ha adalékként is —, a felsorolt kísérletek a hagyományos fizika tanításán kívül a tervezetthez is adhatnak gondolatokat.

Juhász András Új János
ELTE, Ált. Fiz. Tanszék Bp., József Attila Gimn.

HELYREIGAZÍTÁS

Lapunk 1975. évi 2. számában V. Szalay Ilona: Százéves a félvezető-egyenirányító című cikkének alcíme hibásan jelent meg.

Helyesen: A detektortól a tranzisztorig.

Módszertani megjegyzés az egyenletes körmozgás tanításához

Sokszor emlegetett dolog, hogy a dinamikai feladatok megoldása nehezen megy a középiskolában. Körmozgásra vonatkozó feladatok megoldásakor pedig tapasztalhatjuk, hogy tanulóink jelentős része csak addig jut el, hogy behelyettesít a centripetális erő képletébe. Esetleg arra is emlékeznek, hogy melyik képlettel számíthatják ki a kerékpáros „bedőlését”. Ám ha eljárásuk dinamikai magyarázatát kérjük, akkor többé-kevésbé zavaros választ kapunk. Olyan külön területnek vélik a körpályán való mozgást, amelyen talán nem is a megismert newtoni törvények vannak érvényben.

Véleményem szerint ehhez a meg nem értéshez nagy mértékben hozzájárul módszerünk, amellyel a körpályán való egyenletes mozgást tanítjuk és kezeljük.

Második gimnáziumban megtanítjuk a mechanika newtoni alaptörvényeit. A tanulónak ezek után világosan kell látnia, hogy a testre ható erők eredője és a test gyorsulásvektora egyirányú, azonos értelmű vektorok. Később, a vízszintes és ferde hajításban olyan példákat ismer meg, amelyek azt mutatják, hogy a test gyorsulásvektora viszont nem feltétlenül esik egy egyenesbe a sebességvektorral. Ilyenkor görbe vonalú pályán mozog a test.

Az egyenletes körmozgás esetén hasonló a helyzet, mint a hajításoknál: a testre ható erők eredője olyan gyorsulást hoz létre, amely nem esik egy egyenesbe a sebességgel. E mozgás során a test gyorsulásának abszolút értéke időben nem változik, csak iránya; viszont pályája meghatározott centrumú és sugarú kör, ami egyszerűsíti a mozgás leírását. Ennek alapján módunkban állna középiskolai szinten a többi állandó gyorsulású mozgás közé sorolni és velük szorosabb összefüggésben tárgyalni. Azonban mégis elszakítjuk tőlük, és inkább a rezgőmozgáshoz közelítjük, mert elsősorban periodikus volta alapján ítéljük meg helyét a mozgások között.

Szerintem ez az elszakítás eleve nem kedvez a megértésnek, de ezen kívül azzal is hibát követünk el, ahogyan tárgyaljuk. Amit a tárgyalásmódban kifogásolok, az látszólag jelentéktelen dolog, de a gyakorlatban kiderül, hogy mégis fontos módszertani problémáról van szó.

A harmadik gimnáziumi tankönyv, miután kinematikai úton levezeti a centripetális gyorsulás összefüggését a kerületi sebességgel és a pályasugárral, a hagyományoknak megfelelően bevezeti a centripetális erő levezest is, illetve a 25. oldalon felírja Newton második törvényét az egyenletes körmozgást végző testre vonatkozólag így:

$$\Sigma F = F_{cp} = m \cdot a_{cp} = m \frac{v^2}{r} = m \cdot r \cdot \omega^2$$

A dinamika alaptörvényének ez a felírása — eltekintve zsúfoltságától — természetesen helyes, semmi kárt nem okozhat önmagában. A gyakorlatban azonban lekopik róla a fizikai lényeg kifejező ΣF , és rendszerint ez a képlet marad meg belőle: $F_{cp} = m \cdot r \cdot \omega^2$. Nos, ez a képlet az, ami a veszélyt jelenti. Azt sugallja, hogy az $m \cdot r \cdot \omega^2$ mennyiség az erő, és ezt röviden F_{cp} -vel jelöljük. Tehát a tömeg és a gyorsulás szorzata lenne az erő. Ez elmosza a dinamika alaptörvényének jelentését, amely szerint a tömeg és a gyorsulás szorzata egyenlő nagyságú az erővel, de nem azonos vele. A második osztályban adott erődefiníciónk sem indokolja, hogy az $m \cdot r \cdot \omega^2$ mennyiséget tekintsük erőnek. Középiskolában a dinamikai erőfelfogás alapján állunk és azt tanítjuk, hogy

egyik test gyorsulásának oka mindig az őt körülvevő testekből ered. Erőnek tehát a testek gyorsító kölcsönhatását nevezzük, nem pedig az egyik test tömegének és gyorsulásának szorzatát.

A tanítás gyakorlatában tehát a tankönyv fentebb említett jelsorozata nem előnyös, mert a képletszerű, helytelen értelmezést és megjegyzést involválja! Méginkább áll ez a szakközépiskolák fizikatankönyvének idevágó részére, ahol külön bekeretezve látható a képlet.

Nem előnyös az sem hogy egyáltalán elnevezést adunk az egyenletes körmozgás során a testre ható erők eredőjének. A „centripetális erő” elnevezés ugyanis a már említett „képlettel” együtt túlságosan erős hatás a tanuló tudatában ahhoz, hogy ezek ellenére is meg tudja különböztetni az igazi erőtvényektől az $F_{cp} = m \cdot r \cdot \omega^2$ formulát, Így aztán a rugóerő $F = -Dx$, a gravitációs erő

$$F = f \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

erőtvénye mellé besorolja a centripetális erő $F_{cp} = m \cdot r \cdot \omega^2$ „erőtvényét” is.

További megerősítést kap e tévhitben például a legújabban kiadott Négyjegyű függvénytáblázatok 107. és 111. oldalán is, ahol ugyancsak képletté degenerálódik a dinamika alaptörvénye. Különösen a 111. oldalon, ahol például a forgatónyomaték, illetve a tehetetlenségi nyomaték valódi képleteinek társaságában találjuk meg az inkriminált képletet.

Mindezek eredményeképpen a tanuló valahogy úgy gondolja, hogy ha a test körmozgást végez, akkor ennek következtében fellép egy új erő, a centripetális erő, amely a testre ható esetleges többi erő mellett külön számításba veendő. Tehát éppen fordítva gondolkodik, mint szeretnénk. Megfigyelésem szerint ennek oka a fentebb elmondottakban rejlik.

Nem állok egyedül azzal a véleményemmel, hogy célszerűbb lenne a huyghensi és newtoni hagyományokból ránk maradt centripetális erő kifejezést elhagyni oktatásunkból, mivel inkább hátrányos, mint előnyös. Jobb, ha az egyenletes körmozgást nem állítjuk úgy be, mint valami különös mozgást, hanem arra figyelünk elsősorban, hogy gyorsulásának nagysága állandó. Ezzel hozzákapcsoljuk a második osztályban tanult gyorsuló mozgásokhoz. Ami a tanulók számára vele kapcsolatban bizonyításra szorul az az, hogy ennél a mozgásnál is érvényben van Newton második törvénye: azaz kísérletileg meg kell mutatnunk, hogy a körpályán mozgó testre ható erők eredője egyenletes körmozgás esetén is egyenlő a test tömegének és gyorsulásának szorzatával.

Tanórai feldolgozásban az alábbiakat követhetjük.

1. órán

Kialakítjuk a centripetális gyorsulás fogalmát a tankönyv szerint. Ezzel kapcsolatban felvetődik a kérdés, hogy ha nem említjük a centripetális erőt, akkor miért nevezzük centripetálisnak a gyorsulást. Való igaz, hogy nem feltétlenül szükséges elnevezni, de minthogy erre a sugárirányú gyorsulásra minden körmozgás esetén érvényes képletet lehet levezetni, indokolt az elnevezés.

2. órán

A centripetális erő című pontban foglaltakat kissé átalakítjuk. Címe Az egyenletes körmozgás dinamikai vizsgálata lesz.

Az óra tartalma a következő:

Kísérlet: Meghajlított lemez mentén guruló golyó megfigyelése. 16. ábra a tankönyvben.

Kérdések: Változik-e a golyó sebességvektora mozgás közben? (Igen) Van-e gyorsulása a golyónak? (Igen) Minek következménye ez? (Annak, hogy a lemez a Föld és az asztal erőt fejt ki a golyóra. Ezek eredője nem zérus.)

Kísérlet: A 17. ábra szerint dinamométerrel mérjük azt az erőt, mely a golyót adott sugarú körpályán tartja. Ez az eredő erő. Mérjük a fordulatszámot, sugarat, tömeget, és

számítással igazoljuk, hogy a tömeg és a centripetális gyorsulás szorzata valóban egyenlő a dinamométeren leolvasható eredő erővel.

Megállapítások: A dinamométer a golyóra ható erők eredőjének nagyságát mutatja. Az eredő erő nagysága állandó pályasugár és kerületi sebesség esetén állandó. Iránya a körpálya centruma felé mutat. Az eredő erő benne van a körpálya síkjában. A golyónak állandó centripetális gyorsulása van.

Az egyenletes körmozgás létrejöttének dinamikai feltétele az, hogy a testre ható erők eredője állandó nagyságú és a kerületi sebességre merőleges erő legyen. Érvényben van Newton második törvénye: A testre ható erők eredője egyenlő a test tömegének és centripetális gyorsulásának szorzatával. (Ezt így, szavakban írjuk le, a tankönyv említett jelsorozatát nem.)

A testet körpályán való egyenletes mozgásra csakis egy vagy több másik test kényszerítheti. A körpályán mozgó test ezekre erőket fejt ki, amelynek nagyságát Newton harmadik törvénye alapján határozhatjuk meg. Ha pedig a testek kényszerítő hatása egy pillanatban megszűnik, akkor Newton első törvénye értelmében az addig körpályán mozgó test az utolsó körérintő irányában egyenes vonalú, egyenletes mozgással halad tovább, sebessége a kerületi sebességgel egyenlő nagyságú lesz.

3. órán:

Alkalmazzuk a tanultakat. Erre a tankönyv mintapéldáit akarjuk felhasználni. Ezekhez az imént mondottak szellemében azonban néhány megjegyzést kell fűznünk.

Figyeljük meg, hogy a centripetális erő misztifikációját hogyan segíti elő az 1. példa. A feladat elolvasása után a tanuló egészséges szemléletéből hajtva figyelembe akarja venni a körülményeket: összegezni akarja a golyóra ható erőket. Ezzel szemben látja, hogy a mintamegoldás nem tesz mást, mint a centripetális erő képletébe helyettesít be. A kapott eredményt tulajdonképpen semmire sem tudja használni, hiszen nyilván nem ekkora erő ébred például a kalapács drótkötélében. Nem is beszélve arról, hogy a valóságban a kalapács bonyolult mozgást végez és ezt a tanuló tudja. Mindenesetre elfogadja, hogy ezt így kell csinálni. Lám, tudatában máris ott lappang a tanulság, hogy amikor a körmozgásról van szó, akkor biztonság kedvéért ki kell számítani a centripetális erőt.

Megállapíthatjuk tehát, hogy az első mintapéldát nem célszerű bemutatni. Marad a 3. példa. Megoldása során így indokolhatunk, természetesen nem említve a centripetális erőt: forgás közben a fahasábra ható erők eredője a körpálya centruma felé mutató nyugalmi súrlódási erő, amely most azért lép fel, mert a korong lapja „ki akar csúszni” a hasáb alól. Ennek a nyugalmi súrlódás-erőnek legnagyobb értéke — mint azt a másodikos tanulmányainkból ismerjük — $\mu_0 m \cdot g$ lehet. A fahasáb tömegének és centripetális gyorsulásának szorzata tehát maximálisan ugyanennyi lehet. Ezért a következő egyenlőtlenséget írhatjuk fel:

$$m \cdot r \cdot 4\pi^2 n^2 \leq \mu_0 m g$$

Megjegyzendő, hogy a feladatban a nyugalmi súrlódási együtthatónak kell szerepelnie.

A 4. példa megoldásának indoklásába is belekerült a centripetális erő, de szükségtelenül, hiszen szemmel látható a tanuló számára, hogy csak az eredő erő ismételt elnevezése. Ennek a feladatnak a megoldásában is a dinamika alapegyenletét kell felírunk, amelyben az eredő erőt a gépkocsira ható nehézségi erővel tudjuk kifejezni:

$$G \text{tg} \alpha = m \cdot \frac{v^2}{r}, \text{ vagyis:}$$

eredő erő = tömeg · gyorsulás!

Csak ezután fejezzük ki az egyenletből a hajlásszög tangensét.

Ha a körmozgásra vonatkozó minden feladatunkat úgy oldjuk meg, hogy következetesen felírjuk a dinamika alaptörvényét, és ebből fejezzük ki a kívánt fizikai mennyiséget, akkor hamarosan elérjük, hogy tanulóink nem tekintik különlegessé ezt a mozgást, sőt egyre inkább megértik és értékelni tudják a newtoni alaptörvényeket. A centripetális erővel való bizonytalan manipulációk pedig fel sem merülnek, hiszen nem is kell megemlítenünk ezt az elnevezést.

IRODALOM

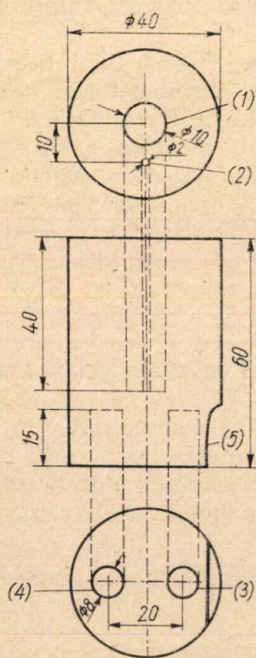
1. Fizika a gimnázium III. osztálya számára 10335/1.
2. Fizika II. kötet a szakközépiskolák számára 12235.
3. *Skrapiš Lajos—Tasnádi Péter*: Dinamikai feladatok megoldása során jelentkező néhány szisztematikus hibáról. (ELTE TTK Szakmódszertani közleményei 1969.)
4. *P. Sz. Kudrjavcev*: A fizika története 1951.
5. *Holics László*: A fizikai fogalmak kialakításának egyes problémái a középiskolában. Fizikai Szemle, 1972/4.

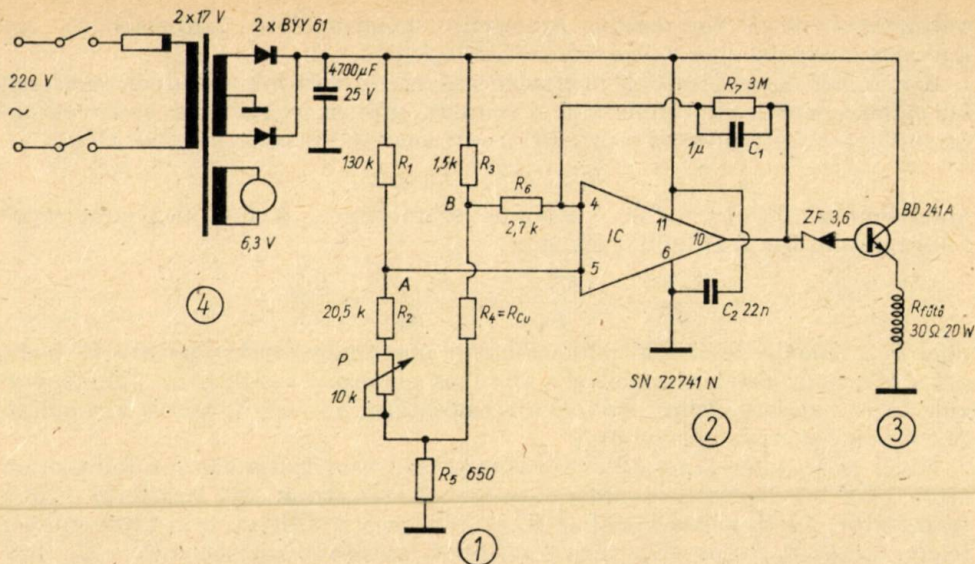
Légrádi Imre
szakfelügyelő
Sopron, Széchenyi Gimnázium

Kis méretű, elektronikus szabályozású fémtermosztát

A korszerű mérés- és szabályozástechnika legegyszerűbb nélkülözhetetlen elemei a hőelem, a termisztor, az ellenállás-hőmérő, amelyek olcsón beszerezhetők vagy házilag is elkészíthetők. A középiskolai tankönyvek és kísérleti gyűjtemények rendszerint közölnek egyszerű mérési összeállításokat a hőelemek hőmérséklet—termofeszültség vagy a termisztorok ellenállás—hőmérséklet karakterisztikáinak felvételére [1, 2]. A mérést folyadékfürdőben (olaj vagy víz) végzik, amely ugyan egyszerű eljárás, de a kívánt hőmérséklet beállítása nehéz, általában sok időt igényel, és a hőmérséklet stabilitása alig biztosítható. A fürdő a fűtőelem kikapcsolásakor azonnal hűlni kezd, nagyobb folyadékmennyiség alkalmazása pedig a melegítési és hűtési időt nyújtja meg. A gyári termosztátok nagyon drágák és csak vízvezetékre kapcsolva üzemeltethetők.

Laboratóriumi gyakorlatainkhoz az előbbieken említett okok miatt néhány kis méretű alumínium termosztátot és hőmérséklet-szabályozót építettünk. A termosztát 40 mm átmérőjű, 60 mm hosszú alumínium rúdból készült (1. ábra). Ennek felső tengelyfuratában [1] helyeztük el a karakterisztika felvételéhez és a hitelesítéshez szükséges 0,2 °C beosztású laboratóriumi hőmérőt. A mérendő hőelemet vagy termisztort egy, az előbbihez közel elhelyezett, kb. 40 mm mély — lehetőleg kis átmérőjű — furatba tesszük (2). Az alsó részben levő (3) furatban van a fűtő-





test (24 V, 20 W pákabetét), valamint a (4) furatban a hőérzékelő ellenállás. Ez utóbbi 0,05 mm átmérőjű zománcszigetelésű vörösréz huzalból készült tekercs, amelynek ellenállása 250—300 Ohm. A termosztát testére erősítettük fel a fűtőtranzisztort is, amely a pákabetéttel együtt melegíti a fémtestet. Az egyes alkatrészek között a jó hőkontaktust szilikonzsírral biztosítottuk.

A hőmérséklet-szabályozó kapcsolási rajza a 2. ábrán látható. A szabályozó a következő főbb részekből áll: az ellenálláshíd (1), amelyben a hőérzékeny tag (R_4) van, ez szolgáltatja a vezérléshez szükséges hibajelet; a szabályozó erősítő (2), amely a néhány mV-os hibajelet a fűtőtranzisztor vezérléséhez szükséges értékre növeli; a fűtőtranzisztor és fűtőellenállás (3); az egyenáramú tápegység (4).

A szabályozó működési elve a következő: ha a hídban a P potenciométert úgy állítjuk be, hogy az A pont pozitívabb legyen a B -hez képest, akkor az IC nem invertáló 5 bemenete pozitívabb lesz, mint az invertáló 4 bemenet, így az IC 10 kimenete pozitívabb lesz a közös ponthoz (földhöz) képest. Ennek következtében a fűtőtranzisztor bázisa is pozitívabbá válik, tehát megnő az emitteráram, és növekszik a termosztát hőmérséklete. Ez a termosztátban elhelyezett ellenállás-hőmérő ellenállásának növekedését eredményezi, s ezzel a híd B pontján mérhető feszültség nő, azaz a hibajel csökken. A hibajel csökkenésével arányosan csökken az emitteráram, mindaddig, amíg a termikus egyensúly be nem áll, azaz a környező levegő hűtéséből származó hőveszteség és a termelt hőmennyiség egyenlő nem lesz. Túlfűtés esetén az R_{cu} a beállított hőmérséklethez tartozó értéknél nagyobb lesz, ekkor a B pont lesz pozitívabb, mint az A , így az IC 4—5 bemenetére fordított polaritású jel kerül, ami a kimeneti feszültség csökkenését eredményezi, ezáltal csökkenti a fűtőtranzisztoron átfolyó áramot. Így a fűtőteltjesítmény, azaz a termelt hő is csökken. Határesetben — a munkapont megfelelő beállításával — elérhető, hogy az IC teljesen le is zárja a fűtőtranzisztort.

A működési elvből látható, hogy a P potenciométer ellenállásértékének

változtatásával a termosztát egyensúlyi hőmérséklete változtatható, így a potenciométer skálája *hőmérsékletre* hitelesíthető.

A hídágak ellenállásainak meghatározásához a vörösréz huzalból tekercselt ellenállás-hőmérő adataiból kell kiindulni. Ennek ellenállása a következő összefüggésből számítható (amíg R/T lineárisnak tekinthető, kb. 200 °C-ig)

$$R_{Cu}^t = R_{Cu}^{20^\circ C} (1 + \alpha \Delta t),$$

amelyben $\alpha = 3,8 \cdot 10^{-3} \text{ fok}^{-1}$ értékkel számoltunk. A híd kiegyenlítésének feltétele az alsó és felső hőmérsékleten:

$$\frac{R_2 + P'}{R_1} = \frac{R_{Cu}^{20^\circ C}}{R_3} \quad \text{és} \quad \frac{R_2 + P}{R_1} = \frac{R_{Cu}^t}{R_3},$$

ahol P a rendelkezésre álló potenciométer maximális értékét jelenti, P' pedig azt a minimális értéket, amellyel a 20 °C-os egyensúly beállítható. (Megjegyezzük, hogy balesetvédelmi okokból a termosztátot 20–80 °C között üzemeltetjük, és a hidat erre is terveztük.)

Mivel az IC kimenő feszültsége határesetben sem tudja elérni a földpontot, ezért a ZF 3,6 diódával feszültségeltolást alkalmaztunk, így lezárható a fűtő-tranzisztor. Az R_5 ellenállással az IC munkapontját állítjuk be a tápfeszültség felére. Az R_7/R_6 arány adja meg a műveleti erősítő erősítését; a C_1 — R_7 idő-állandója biztosítja, hogy a szabályozó kör ne oszcilláljon, mivel ezek integráló kört alkotnak [3].

A termosztát az oktatásban sokoldalúan alkalmazható. Működési elve egyszerű, olcsó alkatrészeket tartalmaz, szakkörön is elkészíthető. Érdeklődő osztályokban, szakközépiskolákban szép és könnyen magyarázható példa az automatikus szabályozó rendszerek működésének tanításához. Felhasználható még hőmérsékleti referenciapontnak is.

Az általunk megépített termosztát műszaki adatai:

Működési tartomány : 20—80 °C

Hőmérsékleti stabilitás: jobb mint $\pm 0,2^\circ \text{C}$

Reprodukálhatósága Helipot alkalmazásával: 0,1 °C.

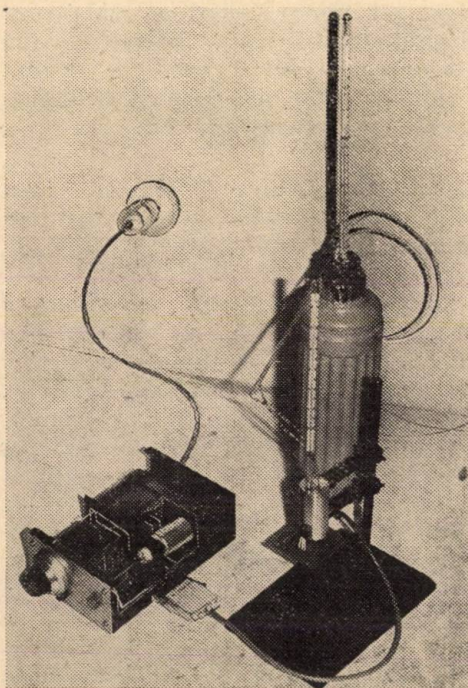
Teljes felfűtési idő (szobahőmérséklettől 80 °C): 15perc.

A berendezés fényképét a 3. ábra mutatja.

IRODALOM

- [1] Budó Ágoston: Kísérleti Fizika II. Tankönyvkiadó, Budapest, 1968.
- [2] Nagy Dénes: Hőmérsékletmérés, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1969.
- [3] V. Tietze, Ch. Schenk: Analóg és digitális áramkörök. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1974.

Czellár Sándor—Dr. Gergely Lajos
tanársegéd adjunktus
Kossuth Lajos Tudományegyetem
Alkalmazott Fizikai Tanszéke
Debrecen



A kvantummechanika tanítása

(Nemzetközi tanácskozás Bécsben, 1974. november 8–9.)

A napjainkban folyó, a tananyag sorrendjére és tartalmára is kiható magyarországi oktatási kísérletek közül a fizika tanításának szempontjából a *természettudományok egybehangolt oktatása* kísérlet a legjelentősebb. A kvantummechanika alaptörvényeinek tanítása kedvező lehetőséget teremt a természettudományi tárgyak közötti kapcsolatok megmutatására, az egybehangolásra és bizonyos mértékű integrálás megvalósítására. Lelkes egyetemi és középiskolai tanári gárda dolgozik a részletek kimunkálásán, az oktatás tényleges megvalósításán. E munkacsoport kőszegi, tatai és gyulai tanácskozásairól már tájékoztattuk lapunk olvasóit. Az eddigi eredmények felvetették nemzetközi tapasztalatcsere szükségességét. Így került sor arra a tanácskozásra, amelyet a Bécsi Egyetem Elméleti Fizikai Intézete és az Eötvös Loránd Tudományegyetem Atomfizikai Tanszéke közösen szervezett Bécsben, az egyetem Fizikai Intézetében 1974 novemberének elején.

Roman Sexl professzor, a tanácskozás osztrák szervezője megnyitójában vázolta a célkitűzéseket:

1. Információcsere a kvantummechanikai és atomfizikai oktatás jelenlegi állásáról;
2. A koordinációs lehetőségek feltárása a természettudományi tantárgyak között, a fizika és kémia közötti űr kitöltése;
3. A gondolkodásmód forradalmi változásának áttekintése;
4. A kvantumelmélet alkalmazásának vizsgálata az iskolai gyakorlatban;
5. A témakörrel kapcsolatos fizika-szaktudományi és -tanárképzési problémák felvetése.

Az előadások sorát az Eötvös-egyetem professzorai kezdték meg. Marx György köszönetet mondott azért a lehetőségért, hogy magyar előadók azon a helyen beszélhetnek, ahol egykor Boltzmann és Schrödinger tanított. Előadása bevezetőjében rámutatott a kvantummechanika oktatásának fontosságára. Abból indult ki, hogy a fizika, kémia és biológia jelenleg elszigetelten áll a tanításban. Ha megfelelő elemi kvantummechanikai ismereteket adunk a gimnáziumi tanítás elején, akkor a kémia és a biológia is jobban érthetővé tehető. A tartalmi kérdésekre térve felsorolta a tanításban használt alapelveket: 1. szuperpozíció; 2. részecskeáram-intenzitás; 3. de Broglie-hullám; 4. határozatlansági összefüggés; 5. Pauli-elv. Ezekre építve tárgyalta az atomok alapállapotát, a kvantumszámokat, kitérve biológiai alkalmazásokra (klorofill, karotin színe stb.).

Károlyházi Frigyes professzor gyermekpszichológiai alapon elemezte a komplementaritás elvének megalapozását. Kifejtette, hogy a mozgás megfelelő természetes fogalma hiányzik, és hogy az anyag megmaradásának és az impulzus megmaradásának törvénye a természetben egyenértékű. Számos eredeti példán szemléltette a komplementaritás elvét.

Ezután F. Bader, a nyugatnémet küldöttség középiskolai tanár tagja, a Stuttgart melletti Ludwigsburgi gimnázium tanára, a kvantummechanika oktatásának tartalmi és módszertani kérdéseit elemezte. Véleménye szerint a fizikai atomfogalomnak elő kell segíteni a kémiában használt orbitálok fogalmának kialakítását, és azokkal a molekulák és kristályok tulajdonságai értelmezhetők.

P. Häussler a kielői egyetem Természettudományi Pedagógiai Intézetének munkatársa vázolta a NUFFIELD-, a Harvard- és a PSSC-programok célki-

tűzéseit és részletes tanterveit. Ezek a programok Angliában és az Egyesült Államokban a természettudományok egybehangolt és részben integrált oktatását valósítják meg, és bennük megfelelő anyagszerkezeti alapok vannak a fizika, a kémia és a biológia megértéséhez.

Kedves Ferenc, a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem Alkalmazott Fizikai Tanszékének vezetője ismertette a magyarországi egybehangolt természettudományos oktatás akadémiai tervezetét, vázolvá az általános iskolai természettudományos oktatás tervezett célkitűzéseit is. Részletesen kitért a gimnáziumi Anyagszerkezet tárgy tematikájára, a modellalkotás szerepére. Megmutatta az e tárgyban megismert előzmények alkalmazását a II. és III. osztályos fizika, kémia és biológia tárgyban, majd felsorolta a IV. gimnáziumra tervezett Anyagfejlődés tárgy tervezett főbb témaköreit.

Kovács László, a nagykanizsai Landler Jenő Gimnázium aspiráns tanára a kvantummechanika és a szilárdtest-fizika középiskolai oktatásának tapasztalatait összegezte. A hallgatóságnak különösen tetszett, hogy előadásán a fóliákon bemutatott ábrákon kívül a rezgési módusokat két kis koci és rugó segítségével bemutatta.

A tanácskozás résztvevőit a magyarországi oktatási kísérletek felépítése és a megvalósítás részletei is érdekelték. Minden előadás után számos, lényegre mutató kérdést tettek fel, s mint a végső diszkusszióból kiderült, elismerték a magyar kollégák teljesítményét. Örömmel vették át a modern fizikai ismeretek didaktikailag is jól megoldott oktatásában szerzett tapasztalatainkat. A résztvevők közül mi jutottunk a legmesszebbre.

A második napon *W. Kuhn* professzor, a giesseni egyetem tanára beszélt a kvantumfizika középiskolai tárgyalásának kísérleti alapokra épített didaktikai koncepciójáról. Előadásában vázolta a kvantumfizika történetének főbb állomásait, és kiemelte azokat az alapvető kísérleti tényeket, amelyek elősegítik az iskolai oktatás hatékonyságát. A gyakorlati megvalósítással kapcsolatban említette, hogy az NSZK-ban 10 000 márkányi segítséget nyújtottak az iskoláknak, ami távolról sem elég az új típusú iskola megvalósításához.

Boksay Zoltán, az Eötvös Loránd Tudományegyetem kémia professzora a szilárdtestek fizikai-kémiai tulajdonságainak atomszerkezeti magyarázatával foglalkozott. A modellekkel és a transzparens fóliákkal gazdagon szemléltetett előadásában különösen tetszett az egyszerű (pingpong-labdákból készült) kristályszerkezeti modellek sokoldalú felhasználhatósága. A szerkezeti tényezőkön kívül a tulajdonságok mélyebb értelmezését is elemezte.

Roman Sexl professzor a szórési folyamatoknak a szerkezetvizsgálatok céljára történő alkalmazhatóságáról beszélt nagyon összefogott, igen szépen felépített előadásban. Többek között megmutatta, hogyan lehet a Bohr-modellről a ma elfogadott hullámmodellre áttérni, és utalt arra, hogy nagy kvantumszámoknál a Bohr-modell jól közelíti a valóságot.

Ezután oktatófilmek vetítése következett. A bécsi egyetemen rendelkezésre álló kvantummechanikai tárgyú S—8 méretű orsós filmek közül több a hazai oktatást is jelentősen segítené. A tanácskozás szombaton délután kísérletbemutatással és diszkusszióval zárult. A diszkusszióban az osztrák kollégák próbálták megfogalmazni a tanácskozás tapasztalataiból leszűrhető, az oktatásfejlesztés gyakorlatilag alkalmazható következtetéseit és javaslatait.

A bemutatott kísérletek közül ki kell emelnünk az ELTE Atomfizikai Tanszékének bemutatóját (az elektron-interferencia, fotoeffektus, Franck—Hertz-kísérlet), amelyet *Haimann Ottó* vezetett, valamint a bécsi fizikai intézet 3 cm

hullámhosszú elektromágneses hullámokkal, gyémántrács modellen végzett szórási modellkísérletét.

A harmadik napon városnézés, mozi- és múzeumlátogatás, valamint a Schule '74 kiállítás megtekintése tette teljessé a magyar küldöttség programját.

A nemzetközi tanácskozás 1975. májusában Visegrádon folytatódott, ahol a termodinamika és statisztikus mechanika oktatási kérdéseinek megbeszélésére került sor.

Dr. Kedves Ferenc
KLTE Alkalmazott Fizikai Tanszék
Debrecen

Dr. Kovács László
Landler Jenő Gimnázium, Nagykanizsa

Könyvismertetés

Aleksander Lewin: A nevelés rendszere. Tankönyvkiadó, Budapest, 1973. 110 oldal. 6,50 Ft.

„A pedagógia időszerű kérdései külföldön” sorozatban megjelent könyv bevezetése rámutat arra a hiányérzetre, amely a nevelést minden korban nyomomon kísérte a nevelési színvonal alacsonyága miatt. Ennek okaként legtöbbször a fiatalokra ható, számtalan tényezőt hozták fel, amelyek sokféle, intenzív hatásukkal egyre nagyobb akadályokat jelentenek a nevelési folyamatban. Ebben természetesen nem lehet — és nem is szabad — belenyugodni! A szocialista társadalomban feltétlenül kutatni kell a nevelés hatékonysága növelésének lehetőségeit. A tőlünk függő tényezők közül döntő jelentőségű a nevelési rendszer, amelyet tudatosan alakítunk ki, és naponta alkalmazunk. A lengyel szerző rámutat arra, hogy a pedagógiai vitákban nem egyöntetű a nevelési rendszer értelmezése, és sokszor egymásnak ellentmondó nézetek hangzanak el.

Az alapfogalmak tisztázása után a rendszer kiválasztásának, a közösségi nevelésnek a problémáiról olvashatunk, majd a szerző a közösségi nevelésben az egyén számára biztosított fejlődési lehetőségekről számol be. Foglalkozik — az alkotóelemek ismertetése keretében — az oktató-nevelő tevékenység tartalmával, a szervezeti formákkal. Rámutat arra, hogy a helyi nevelési rendszer megteremtésének lehetőségei minden iskola rendelkezésére állnak; az adott elemek integrálása a nevelési gyakorlat legnehezebb része. Erre vonatkozólag szinte semmiféle útmutatást sem találunk a pedagógiai irodalomban. Megközelítéséhez a jó eredményt elért iskolák tapasztalatait kell általánosítani, a belső

összefüggésekre kell figyelemmel lenni az egyes elemek között, és azokat az adottságok szerint módosítani, illetve kiegészíteni. Olvashatunk a könyvben a nevelési rendszer létrehozásának feltételeiről, a társadalmi renddel való kapcsolatáról, a felmerülő nehézségekről és a régi nevelési módszerek maradványairól is.

A szerző rámutat arra, hogy a rendszer megteremtésének feladatai négy csoportba oszthatók: a képzés, a közösségbe való beillesztés, individualizálás, az iskola és a környezet kölcsönhatásának feladatai. Ezek részletezése keretében a tanulók ismeretszerzési forrásainak kibővüléséről, az oktatás nevelési alapjairól, a tanulmányi eredmények értékeléséről olvashatunk. A könyv megismertet a társadalmi aktivitás és a közösségi nevelés formáival, az iskolai hagyományok szerepével, az egyéni képességek fejlesztésével, a nevelési környezet fogalmával és kölcsönhatásaival. Végül az iskolával szemben támasztott követelményekről, az oktató-nevelő munka új tervezéséről és a tanárok kezdeményezéséről, a rendszer létrehozásában betöltött szerepéről olvashatunk.

Gazdag pedagógiai ismeretanyag és részletes szakmai tanácsok találhatók a lengyel szerző könyvében. Felépíti az iskolai munkát befolyásoló hatástényezők elméleti modelljét és az iskolai nevelőmunka rendszerének beilleszkedését a szűkebb és tágabb értelemben vett társadalom szerkezetébe. Gyakorlati szempontból ugyancsak útmutatást nyújt a nevelőmunka rendszerének kiépítése során elvégzendő szervezési feladatokhoz. Így válik a könyv a pedagógusok hasznos segítőtársává nevelőmunkájuk eredményesebb, tudatosabb végzéséhez.

Dr. Ruboczky István

Ajánlott szakirodalom

Budó Ágoston: Kísérleti fizika I. (Rsz.: 4292/I.) Kötve: 61,— Ft

Budó Ágoston: Kísérleti fizika II. (Rsz.: 4292/II.) Kötve: 49,— Ft

Dér—Radnai—Sós: Fizikai feladatok I. (Rsz.: 8140/I.) Fűzve: 29,50 Ft

Dér—Radnai—Sós: Fizikai feladatok II. (Rsz.: 8140/II.) Fűzve: 27,— Ft

Fizikai példatár középiskolásoknak

Párkányi László: Mechanika I. (Rsz.: 29 203/I.) Fűzve: 6,— Ft

Párkányi László: Mechanika II. (Rsz.: 29 203/II.) Fűzve: 7,— Ft

Párkányi László: Mechanika III. (Rsz.: 29 203/III.) Fűzve: 5,50 Ft

Párkányi—Tasnádi: Mechanika IV. (Rsz.: 29 203/IV.) Fűzve: 6,50 Ft

Dr. Némédi István: Asztronautika (Rsz.: 29 203/V.) Fűzve: 8,— Ft

Holics László: Elektrodinamika I. (Rsz.: 29 203/VI.) Fűzve: 7,— Ft

Kovács Mihály: Néhány kibernetikai játékgép

(Rsz.: 29 184) Fűzve: 11,50 Ft

Tihanyi Ferenc: Tanári kézikönyv a dolgozók általános

iskolája 7—8. osztályos fizika tanításához

(Rsz.: 91 411) Fűzve: 6,50 Ft

Dr. Varga Lajos: Tanulói kísérletezés a fizika

tanításában

(Rsz.: 52 558) Fűzve: 18,50 Ft

Most jelent meg

Dr. Lang Jánosné—dr. Diós József: Oktatási programok
a fizika tanításához I.

(Rsz.: 52 632/I.) Fűzve: 21,— Ft

Beszerezhetők, illetve előjegyezhetők a

KÖNYVESBOLTOKBAN

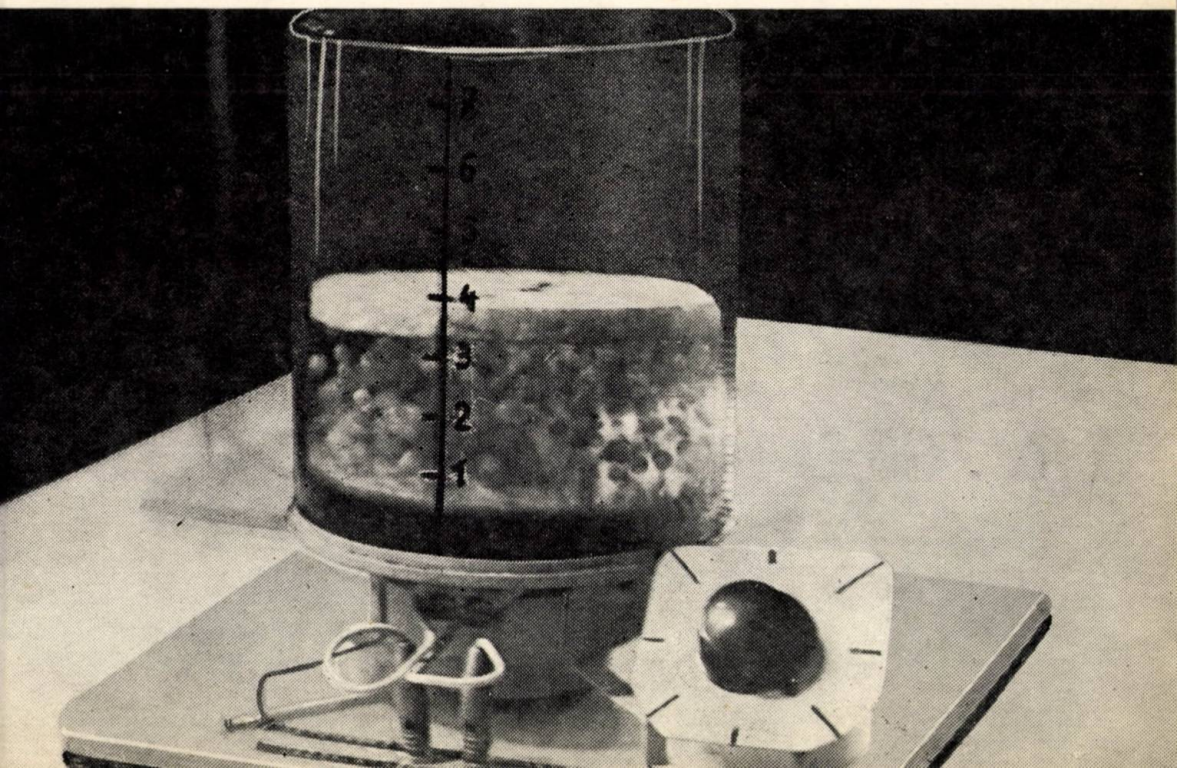
A FIZIKA TANÍTÁSA

4

1975

XIV. évf.

Az Oktatási Minisztérium módszertani folyóirata



A FIZIKA TANÍTÁSA

AZ OKTATÁSI MINISZTERIUM
MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA

DR. VARGA LAJOS

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG:

BELLAY LÁSZLÓ, GERGELY
PÉTER, DR. KEDVES FERENC,
KOVÁCS LÓRÁNT, KUGLER
SÁNDORNÉ, NYILAS DEZSŐ,
PÁHÁN ISTVÁN, VIDO IMRE,
DR. WIEDEMANN LÁSZLÓ

Megjelenik évente hatszor

Szerkesztőség: 1071 Budapest VII.,
Gorkij fasor 17—21. OPI Fizika Tanszék.
— Telefon: 228-203, 228-238, 228-609,
228-823, 145 mellék. — Kiadja a Tan-
könyvkiadó, 1055 Budapest V., Szalay
utca 10—14. — A kiadásért felelős
a Tankönyvkiadó igazgatója. — Ter-
jeszti a Magyar Posta. — Előfizethető
barmely postahivatalnál, a kézbesítők-
nél, a Posta hírlapüzleteiben és a
Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI
Budapest V., József nádor tér 1.,
postacím: 1900 Budapest) közvetlenül,
vagy postautalványon, valamint átuta-
lással a KHI 215—96 162 pénzforgalmi
jelzőszámra. Előfizetési díj egy évre:
14,40 Ft

75., 2. 4786 - Révai Nyomda, Budapest.
F. v.: Povárný Jenő.

Szerkesztői üzenet:

Kérjük a Kartársakat, hogy
közlésre szánt cikkeiket gé-
pelve, két példányban küld-
jék meg a szerkesztőség
fenti címére. — A papírlap-
nak csak egyik oldalára,
kettes sortávolsággal írja-
nak. Egy-egy oldalra 30 sort
gépéljenek. A sor hossza 66
betűhely. A cikkek terje-
delme legfeljebb 6—8 gé-
pelt oldal lehet. A rajzokat,
táblázatokat külön lapon,
megfelelő ábraszöveggel
(aláírással) ellátva küld-
jék be.

TARTALOM

Pápai Gyula: Koncentrációs lehetőségek az „új- szerű” matematika tanításával	97
Szűcs Barna: Tapasztalatok az általános iskolai fizikatanításról	104
Zátonyi Sándor: Az átdolgozott 7. és 8. osztályos fizikatanönyvről	106
Holics László—dr. Tasnádi Péter: A súrlódási erő. I. rész	109
Dr. Wiedemann László: Ohm törvénye és elekt- romos vezetés tértöltés jelenlétében. I. rész	112
Tóth László: Kísérletek bemutatása írásvetítő- vel. I. rész	119
Új János: Háromdimenziós modell a gázok kinetikus elméletének tanításához	122
Soós Károly: Középiskolai tanári ankét Nyíregy- házán	127
Dr. Kasperek Lászlóné: Dr. Segner János András szobrának leleplezése Debrecenben	B/3

СОДЕРЖАНИЕ

Gyula Pápai: Möglichkeiten zur Verbindung des Physikunterrichts mit dem neuen Mathe- matikunterricht	97
Barna Szűcs: Erfahrungen im Physikunterricht in der Allgemeinen Schule	104
Sándor Zátonyi: Das überarbeitete Lehrbuch für die Klassen 7 und 8	106
László Holics—Dr. Péter Tasnádi: Die Reibungs- kraft. Teil I.	109
Dr. László Wiedemann: Das Ohmsche Gesetz und die elektrische Leitung bei Raumladung ...	112
László Tóth: Demonstration von Versuchen mit Schreibprojektor. Teil I.	119
János Új: Dreidimensionales Modell zum Un- terricht der kinetischen Gastheorie	122
Károly Soós: Tagung der Physiklehrer in Nyí- regyháza	127
Frau László Kasperek: J. A. Segners Denkmal in Debrecen	B/3

ИННАЛТ

Дьюла Панану: Возможности концентрации с обучением „новой” математики	97
Барна Сюч: Опыт обучения физике в восьми- летней школе	104
Шандор Замони: О переработанном учебнике физики для 7 и 8 классов	106
Ласло Холч—Д-р Петер Ташнади: Сила тре- ния, часть I	109
Д-р Ласло Видеманн: Закон Ома и проведение электричества в присутствии заряда поля, часть I	112
Ласло Тот: Показ экспериментов через проек- тор письма, часть I	119
Янош Уй: Модел трёх димензий к обучению кинетической теории газов	122
Карой Шош: Совещание учителей средних школ в г. Ниредьхаза	127
Д-р Ласло Кашпек: Открытие памятника доктору Сегнеру Я. А.	B/3

Koncentrációs lehetőségek az „újszerű” matematika tanításával

Az ideiglenes matematika-tanterv alkalmazásához feltétlenül szükséges, hogy a tanár a tanítási óra háttérben álló, közvetett irányítójává váljék. Ilyen módon a tanulók manipulációs, modellező tevékenységeik folytán passzív befogadókból „felfedezőkké” válnak, ismereteik hatékonyak, életszerűek lesznek. A fizikai tanulókísérletek ugyanezeket a lehetőségeket biztosítják, ha a pedagógiai módszereink hasonlóak, mint amilyeneket a matematika tanítás új formája követel.

A matematika tanításában a tanár szerepének megváltozása mellett fontos az a tény, hogy a matematika alapjait új felfogásban, más szemléletmód kialakításával rakjuk le tanulóinkban. Ilyen módon bekerülnek a tananyagba a halmazelmélet, matematikai logika, relációk, függvények, sorozatok, kombinatorika, valószínűségszámítás, matematikai statisztika alapjai, ezenkívül újszerű anyagrészek a számelmélet, algebra, geometria területéről is.

Mindannyian tudjuk, hogy csak elemi szinten szerepelnek ezek a témák a tantervben, elsősorban a szemléletformáló erejüket használjuk ki egyszerű tények elemzésén keresztül. Ugyanilyen szinten alkalmazhatók a matematikának ezek a részterületei a fizika tanításában is a konkrét jelenségek, törvényszerűségek megismerésekor. Ezekről a törekvésekről több helyütt is olvashatunk a szakirodalomban.

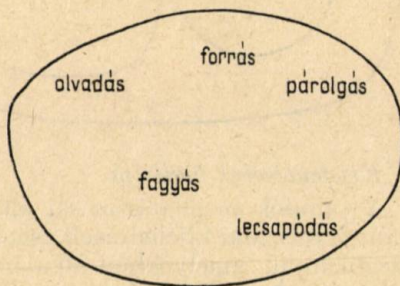
A továbbiakban — az egyszerűség kedvéért — a matematika egyes részterületei szerinti csoportosításban szeretnénk néhány olyan fizikai témájú példát mutatni, amelyekben kapcsolatot létesíthetünk a matematika újszerű fejezeteivel.

1. Halmazok, halmazok metszete, egyesítése, részhalmazok:

Példa: A halmazállapot-változások csoportját alkottuk meg. (H) (1. ábra).

Kerítsd be azokat a halmazállapot-változásokat, amelyek:

- szilárd és cseppfolyós állapot között mennek végbe. (A)
- cseppfolyós és légnemű állapotok között mennek végbe. (B)
- alatt az anyag hőt ad át a környezetnek. (C)

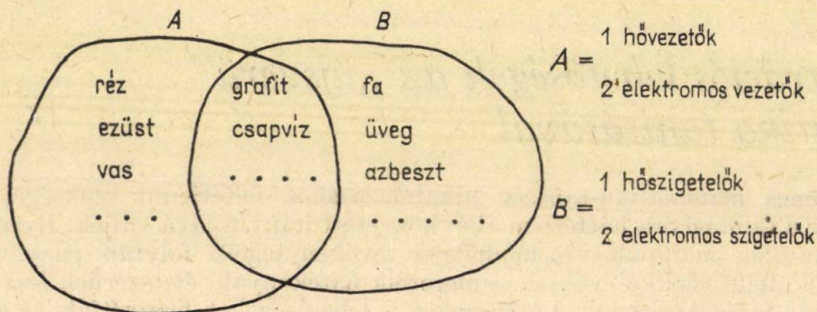


1. ábra

A Venn-diagramm áttekinthetőbbé teszi (ez a további feladatokra is jellemző) a felsorolt elemeket. A részhalmazokba besorolással lényeges jegyek szerint csoportosítottuk a halmazállapot-változásokat. Megfigyelhető, hogy a (C) feladat szerinti feltétel az elemek egy más szempont szerinti csoportosításának tartozéka, hiszen közös részt alkot az előbbi — egymással diszjunkt — részhalmazokkal.

Példa: (2. ábra).

Állapítsd meg, milyen tulajdonságok szerint válogattuk külön az anyagokat!



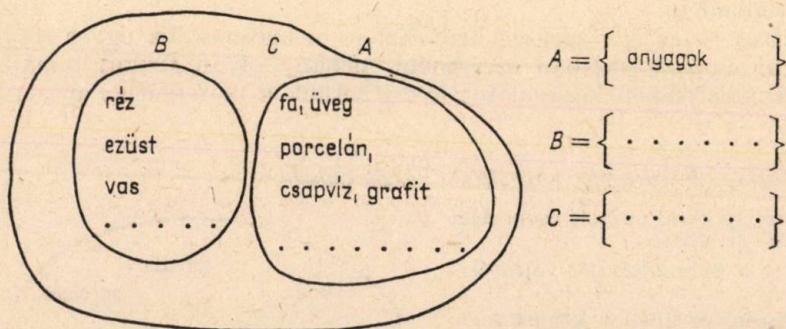
2. ábra

Ha a kérdést a 7. osztályban a hőterjedési módok tanítása idején tesszük fel, a többség válasza: „jó és rossz hővezetők”. 6. osztályban vagy más időpontban feltéve természetesebben adódik a „fémek, nem fémek” válasz. Mivel mindkettő igaz, elfogadható. Ennek kapcsán alakulhat ki a tanulóknál: a fémek általában jó hővezetők.

A 8. osztályban azt is szeretnénk megmutatni, hogy a hő- és elektromos vezetés nem azonos fogalmak, jóllehet, a jó hővezetők többsége jó elektromos vezető is (fémek). Alkalmasnak tartom e kétféle tulajdonság megkülönböztetésének segítésére a következő feladatot.

Példa: (3. ábra).

Kösd össze nyíllal a halmaz betűjelét és azt a halmazelnevezést, amelyet odatartozóbbnak ítélsz!



3. ábra

2. Kijelentéseink logikája

A tanulók meghatározásai általános iskolás korban még pontatlanok, így van ez a fizikai kijelentések esetében is. Sokszor kell őket olyan feladatokkal megbíznunk, amelyekben alkalom nyílik a hamis kijelentések mellett az igaz kijelentések módozataival is találkozniuk.

Példa: Vizsgáld meg az alábbi kijelentések közül melyek igazak, melyek hamisak. Az igaz kijelentések közül melyeket fogadnád el pontosnak? (A hamisak után írd egy *h* betűt, az igazak után *i* betűt! A pontos kijelentések *i* betűjét pirossal írd!

Van olyan egyszerű gép, amellyel munkát takarítunk meg.

Minden egyszerű géppel takarítunk meg munkát.

Van olyan egyszerű gép, amellyel nem takarítunk meg munkát.

Egy egyszerű géppel sem takaríthatunk meg munkát.

Van olyan egyszerű gép, amellyel erőt takarítunk meg.

Minden egyszerű géppel takarítunk meg erőt.

Van olyan egyszerű gép, amellyel nem takarítunk meg erőt.

Egy egyszerű géppel sem takarítunk meg erőt.

A példa előtti véleményem magyarázatául: Ebben a feladatban elfogadható — tehát igaz — a 3., 4., 5. és 7. feladat, de ezek közül csak a 4., 5., 7. a teljesen helytálló. Az 5. és a 7. viszont azonos értelmű. A feladat egyébként is jó tisztázási lehetőséget biztosít. A tanulók nagy része a 6. választ is helyesnek tarthatja, ha a téma megelőző részeiben nem nyertek kellő elmélyítést (pl. az állócsiga, mérleg tulajdonságai).

Példa: a) állapítsd meg, igazak vagy hamisak az alábbi kijelentések!

Van olyan optikai eszköz, amely fénytörésen alapul.

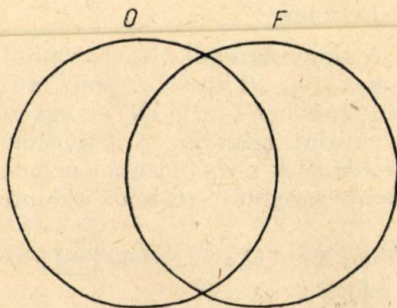
Minden optikai eszköz fénytörésen alapul.

Fénytörésen csak optikai eszközök alapulnak.

Fénytörésen optikai eszközök is alapulnak.

b) (4. ábra).

Döntsd el az előbb megvizsgált kijelentések igazságának ismeretében, hogy a halmazábra melyik része lehet csak üres!



O = optikai eszközök

F = fénytörésen alapuló eszközök

4. ábra

Példa: Húzd alá a helyes válaszokat:

Két fogyasztót egyenlő feszültségű áramforráshoz kapcsoltunk.

a) Biztos, hogy a két fogyasztó teljesítménye egyenlő.

b) Lehet, hogy a két fogyasztó teljesítménye egyenlő.

c) Biztos, hogy a két fogyasztó teljesítménye különböző.

d) Lehet, hogy a két fogyasztó teljesítménye különböző.

A tanulók — miután kiemelték a két „lehet...” kijelentést, meggyőződhetnek a következőkről: Azonos értékűek, amíg a „biztos...” kijelentések ellentétpárok. Fizikai értelme szerint a fogyasztó kivezetéseire kapcsolt feszültség ismerete még nem elegendő adat a teljesítmények összehasonlításához.

3. A kijelentéseink korrekt voltát segítik elő a matematikai műveletek megfelelői, a nyitott mondatok

Többnyire szabályalkotásoknál használatosak. Az adott tananyag tanulásának első szakaszában jobbak, mint a teljes mondatos megfogalmazások, mert nyugodtan a lényegre koncentrálhatnak a tanulók, amellet a helyes nyelvezetet is elsajátíthatják.

Példa: Egészítsd ki az alábbi nyitott mondatokat!

A fény.....vonalban és.....irányban terjed.

A fény egy másodperc alatt.....km utat tesz meg.

Példa: a) Egészítsd ki ezt a nyitott mondatot!

Ha a nyomást csökkenteni akarjuk,kell a nyomóerőt vagykell a nyomott felületet.

b) Vizsgáld meg a következő mondatot!

Ha a nyomást csökkenteni akarjuk, csökkentenünk kell a nyomóerőt, és növelnünk kell a nyomott felületet.

Helyesnek tartod ezt? Miért?

A válasz nyilván: igaz, de helytelen. A nyomás valóban csökken, de nem kell a nyomóerőt és a nyomott felületet is változtatnunk ennek elérésére. Elég, ha a nyomóerőt *vagy* a nyomott felületet változtatom csak.

Példa: Két elektromos motornak különböző a teljesítménye.

Egyenlő idő alatt az a motor végez több munkát, amelyneka teljesítménye.

Egyenlő munka végzéséhez a nagyobb teljesítményű motornakidőre van szüksége.

A feladat egyenes és fordított arányos függvénykapcsolatok vizsgálatát teszi szükségessé.

4. Relációk

A nagyságrendi összehasonlító-jelek a fizikában is elnyerték létjogosultságukat (pl.: $12 \text{ kp} = \dots$ pond; a tömeg mértékegységei: $1 \text{ g} < 1 \text{ kg} < 1 \text{ t}$.) Kevesebb esetben fordul elő az egyenlőtlenség egyéb feladatokban. Fontosságát a gyakorlat igazolja. A felnőtteknek a mindennapos munka során felmerült problémáik megoldásakor nemcsak egyenlőség, hanem „nála kisebb”, illetőleg „nála nagyobb” relációk eldöntésére is szükségük van.

Példa: Tedd ki a megfelelő $\left(\begin{smallmatrix} > \\ \geq \end{smallmatrix} \right)$ jeleket!

1 mkp/s 1 W

1 LE 1 kW

Példa: Állapítsd meg, igazak-e a következő egyenlőtlenségek!

1 at > 760 torr

1 atm > 760 hgm

Példa: Írd le, milyen mennyiségeket írnál a $\square$ helyére!

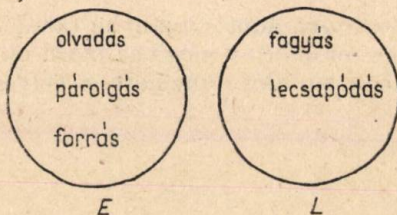
$32 \text{ cm}^3 > \square \text{ dm}^3$ $\square = [\dots\dots\dots]$

$17 \text{ g} \geq \square \text{ g}$ $\square = [\dots\dots\dots]$

Ez az utóbbi feladat az említettek mellett olyan nyitott mondat, amelynek megoldása halmaz. A relációk között természetesen más jellegűek is találhatók a fizikában. A „hozzátartozik”, „párja”, „öt követi” stb. viszonylatokat általában csak nyíllal jelöljük.

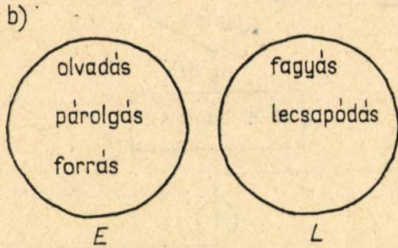
Példa: Kösd össze nyilakkal azokat az ellentétpárokat, amelyek lefolyása azonos anyag esetében ugyanazon a hőmérsékleten történik (5. ábra).

a)

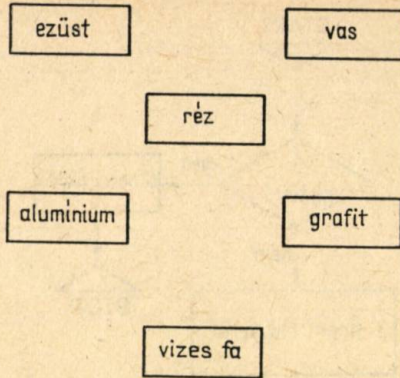


5. ábra

b) Kösd össze nyilakkal azokat a párokat, amelyek ugyanazon két halmazállapot közötti változások (6. ábra).



6. ábra



7. ábra

Példa: Állítsd párba az összetartozó betűvel és számmal jelzett fogalmakat:

a) nyomás növelésén alapuló eszköz,

b) nyomás csökkentésén alapuló eszköz

1. kés, 2. lánctalp, 3. sítalp, 4. koresolya, 5. véső, 6. tű.

Példa: (7. ábra).

Elektromos vezetőket soroltunk fel. Kösd össze őket nyilakkal, hogy azok a jobb vezetőtől a nála gyengébb vezetőhöz mutassanak!

A feladat ebben a megfogalmazásban egy számszerű sorrendet biztosít, hisz a legjobb vezetőanyagtól öt nyíl indul ki, a következőtől négy, és egy nyíl rajta végződik — és így tovább. A leggyengébben vezető anyagra öt nyíl mutat. A hat elektromos vezető mindegyikét párba állították ilyen módon a fennmaradó öttel.

5. Folyamatábrák

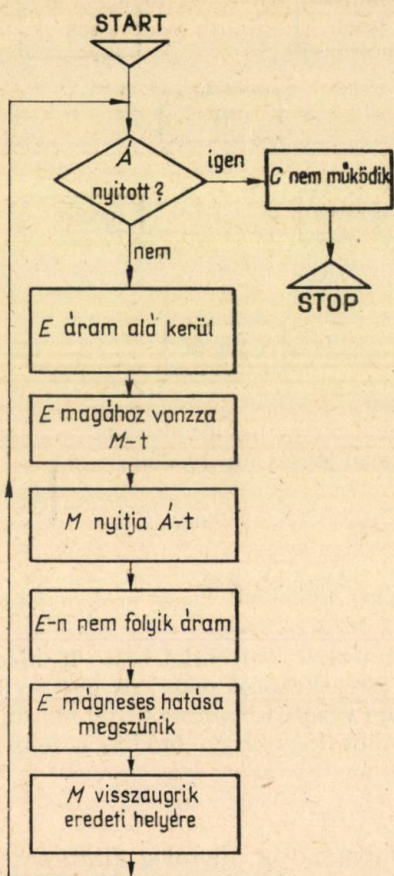
Rokonságban állnak a relációkkal. Fizikai folyamatok, illetőleg kísérletező eljárások írhatók le velük, képszerűen, könnyen áttekinthető módon. Nem mindig fontos a folyamatábráknak precíz szerkesztés alapján készülniük. Lényeges, hogy a tanulók számára is érthető legyen.

Példa: (8. és 9. ábra).

Megfigyelhető a két ábra között a különbség. Az első a csengő működésének szorosan vett folyamatán megy végig, nem ad utasítást arra, mit kell tenni, hogy a csengő megszólaljon. A második ábra már határozottan eligazít, hogyan kell működésbe hoznunk a csengőt, és hogyan szűnik meg a ciklus. Ez az ábra — mivel munkáltató jellegű — hiányos. Feltételeztük, hogy a tanulók csak jó csengővel kísérleteznek. Ha előre nem próbáljuk ki a csengőket, „hibakereső blokkot” is kell az ábrába iktatni. Ennek a részletnek a helye a 9. ábra 1. számmal jelzett helyén van.

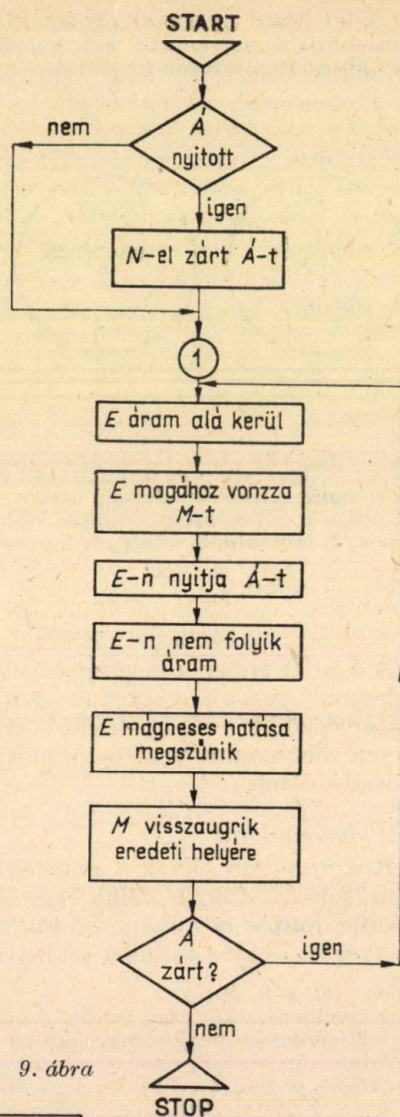
6. Függvények

A tanulók a matematikában tanult függvényfogalmat, idevonatkozó jelöléseket olyan tantárgyaknál tudják optimálisan felhasználni, ahol általában nincs értelme a jelenségről beszélni az őt kiváltó okok vagy a jelenség következményeinek vizsgálata nélkül, és amelyekben olyan mennyiségekkel dolgoznak, melyek változását más mennyiségek változtatásával érjük el. Ezek végeredményben az általános értelemben vett függvénykapcsolatok, többnyire támaszkodunk rájuk a fizikaórán. Nem árt azonban néha arra is gondolni, tanítványaink a „hagyományos” osztályokban is többet tudnak az eljárások pusztá ismereténél.

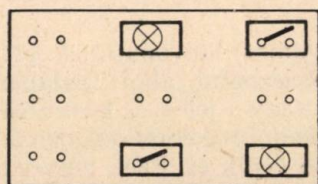


Csengő: *C*
 Áramkör: *A*
 Elektromágnes: *E*
 Megszakító lemez: *M*
 Csengő nyomógomb: *N*

8. ábra



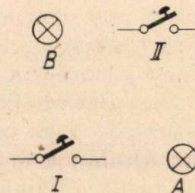
9. ábra



Rejtett vezetékes
tábla

10. ábra

Kapcsoló		Izzó	
<i>I</i>	<i>II</i>	<i>A</i>	<i>B</i>
ny	ny	0	0
ny	z	0	1
z	ny	0	0
z	z	1	1



Több iskolában alkalmazzák már az elektromosságtan tanításához a rejtett vezetékes táblát. (10. ábra). Nagy szerepe van a konstruktív képességek fejlesztésében.

Úgy gondolom, felesleges a tallózást a matematika további területein folytatnom. Az eddig felsorolt példák további, általam nem említett matematikai témakörhöz kapcsolódnak. Az előbbi példát tekintve: a kapcsolók helyzetének ismétléses variációja például a kombinatorika területéről, az izzók állapotának jelölése pedig a számfogalom kialakításának területéről, a kettes számrendszer fogalmai közül került a feladatba. A feladat értékelése a kijelentéseink logikájára nyújt mintapéldát.

B izzó csak akkor világít, ha a II. kapcsoló zárt.

A izzó csak akkor világít, ha az I. és a II. kapcsoló zárt.

A II-es kapcsoló nyitásakor egyik izzó sem világít.

Csak az I-es kapcsoló nyitásakor a *B* izzó világít, az *A* izzó nem világít.

Az általam felsorolt példák között előfordultak olyanok, amelyekben a megoldás egy halmaz volt, esetleg rangsorolni lehetett a megoldásokat. Voltak olyan feladatok, melyeknek már csak a helyességét kellett eldönteni stb. Mindezek a jelenségek, tények más és más szempont szerinti vizsgálatára szoktatják a tanulókat. Koncentrációs lehetőségeink kihasználásával igazán élővé tehetjük a tanulók matematikai ismereteit, ugyanakkor jobb eredményeket érünk el a fizikai jelenségek szélesebb látókörű szemléletében.

IRODALOM

1. Gergely Péter—Mezei Mihály—dr. Varga Lajos—Zátonyi Sándor: Témaközi és témazáró feladatlapok. Fizika, 6., 7., 8. osztály. Tankönyvkiadó, 1974.
2. Kézikönyv, az ideiglenes matematika-tanterv 5. osztályos anyagának tanításához. Tankönyvkiadó, 1974.
3. Matematika. Ideiglenes tanterv az általános iskolák 5—8. osztálya számára. OPI., 1974.
4. Matematika. Tájékoztató tanterv az általános iskolák 5—8. osztálya számára. OPI., 1974.
5. Mayer Zoltán: Folyamatábrák az elektromágnes gyakorlati alkalmazásához. A Fizika Tanítása. 1973. évf. 3. sz.
6. Pápai Gyuláné—Smidéliusz Zsuzsa—Zátonyi Sándor: Fizika az általános iskolák 8. osztálya számára. Kísérleti tankönyv. (Kézirat) OPI., 1974.
7. Somos János: A gyakorlati foglalkozás és a fizika kapcsolata. A Fizika Tanítása 1974. évf. 3. sz.
8. Dr. Varga Lajos: Munkafüzet a tanulói kísérletekhez. Fizika, 6., 7., 8. osztály. Tankönyvkiadó, 1974, 1975.
9. Zátonyi Sándor: Kísérlet az elektromosságtani alapismeretek 5. osztályban történő feldolgozására. A Fizika Tanítása 1974. évf. 3. sz.
10. Zátonyi Sándor: Rejtett vezetékes tábla. A Fizika Tanítása 1974. évf. 5. sz.

Pápai Gyula
tanár Fertőd, Ált. iskola

Felhívjuk Olvasóink figyelmét,

hogy közlésre szánt írásaikat a folyóiratunk borítólapjának 2. oldalán olvasható „Szerkesztői üzenet”-nek megfelelően szíveskedjenek beküldeni

Tapasztalatok az általános iskolai fizikatanításról

A módosított *tanterv ismerete* a szakos és gyakorlattal rendelkező tanárok körében általában jó; a nem szakos tanárok körében általában hiányos. A kezdő tanárok a tanterv szaktárgyi feladatait a nevelési feladatok elé helyezik.

A *tantervmódosítás eredményeként* fejlődött a módszertani kultúra. A fejlődést elősegítették a megjelent segédanyagok (feladatlapok, témazárók, tanmenet-javaslatok stb.) és az OM 1974. júliusban kelt Tájékoztatója.

Változatlanul gondot jelentenek a tantervi feladatok országos szintű teljesítésében a következők:

- a nem szakos tanárok,
- a szaktantermek kialakításának nehézségei,
- a tanulói mérésekkel kapcsolatos módszertani problémák,
- a tanulói mérésekhez és a tanári demonstrációhoz szükséges eszközök beszerzése,
- a pótalkatrészek és tartozékok beszerzése a meglévő eszközökhöz,
- a falu és a város közötti eltérések a tanítás személyi és tárgyi feltételeiben.

A fenti gondok megoldására irányuló tevékenység (a helyzeti előnyt is megtartva) a városokban intenzívebb, mint a járáásokban. A fizikaoktatás területén változatlanul fennáll a falu és a város közötti színvonalkülönbség.

Az iskolákban a Párthatározat után kerültek előtérbe a következő témák is:

1. Az iskolavezetés, a szaktanár és a szakfelügyelet kapcsolata

Az igazgatók tantárgyirányító munkája nem általános. Keveset tudnak a tantárgy alapidokumentumairól, a tantárgy problémáiról. Az iskolavezetés és szaktanár kapcsolatában rendszerint a szaktanár a kezdeményező (jórészt, mint igénybejelentő). A szakfelügyelet és a szaktanárok kapcsolata jó irányba fejlődik. A szakfelügyelet elmúlt kétévi tevékenységében az ellenőrzés mellett mind nagyobb szerepet kapott a segítségnyújtás. A szakfelügyelet tevékenységének közvetlen nyomai az iskolában ma már nem csupán az ellenőrzési naplóban találhatók meg, hanem a tanári munkát segítő tárgyi jellegű anyagokban is (feladatlapok, fóliák, diafilmek stb.).

A szakfelügyelet és az iskolavezetés részéről egyaránt megvan az az igény, hogy a tantárgy oktatásának helyzetét az iskolában együttes munkával ítéljék meg. Az iskolavezetés—szakfelügyelet—szaktanár kapcsolat mind a tartalmak értelmezésében, mind a módszerek tekintetében a fejlődés kezdeti szakaszában van.

A szakmai munkaközösségek szerepének értelmezése a fentiekkel kapcsolatban is esetleges. Általában, helyenként eltérő a szakmai munkaközösségek szervezése is és szerepének értelmezése is.

2. A nevelési eredmények és ezek mérése

A teljesítménymérés mellett terjedőben van a nevelési eredmények mérése is. A teljesítménymérés értékeléséhez a tanárok és a szakfelügyelők is felhasználják az OPI mérési eredményeit, mint viszonyítási alapot. Általában a leszármaztatott mennyiségek (fajsúly, nyomás, munka, elektromos ellenállás) tanítása problematikus. Az egyes évfolyamok „nehézségi” foka növekvő sorrendben: 6., 8., 7. osztály.

A nevelési eredmények mérése kiterjed:

- a magyar fizikusok munkásságának ismeretére,
- attitűdvizsgálatokra,
- a természettudományok fejlődésével kapcsolatos pesszimista-optimista szemlélet vizsgálatára.

3. A tanári módszer és a tanulók életkori sajátosságainak vizsgálata

Igényként jelentkezik a tanári munkában a tanulók egyes fizikai témákban meglevő előismereteinek alapos ismerete. A szakfolyóiratokban megjelent publikációk (Tihanyi, Zátonyi) felhívták a tanárok figyelmét e fontos problémára. Több helyen folyik ilyen irányban vizsgálat.

Fejlődés mutatható ki a *fizikatanárok kísérletező és publikációs* tevékenységében. Az OPI, a megyei Továbbképző Kabinetek (Intézetek) és a szakfelügyelet támogató szerepe ebben jelentős.

Az elterjedt *továbbképzési formák:*

- a tanévkezdés előtti és az évközben megtartott szakmai tanácskozások (ezeken aktuális tantárgy-pedagógiai problémákkal és hatósági közlésekkel foglalkoznak);
- a komplex gyakorlati szeminárium.

A tanárok általában elégedettek a továbbképzési formák tartalmával. Az országos („bentlakásos”) tanfolyamok iránt az igény nagy.

Igények, gondok

1. A TANÉRT gyártson megfelelő mennyiségben és minőségben:
 - tanuló kísérleti eszközöket,
 - a szaktantermekbe asztalokat,
 - a kísérleti eszközök mozgatására kerekekkel ellátott magasított asztalokat,
 - az audiovizuális eszközökhöz anyagokat (fóliák, filmek stb.),
 - a TANÉRT saját eszközeihez gondoskodják pótalkatrészekről (újhoz, régihez).
2. Általában nem megoldott az eszközök karbantartása, javítása. Országszerte nagyszámú készülék (eszköz) kihasználatlan, vagy selejtezésre kerül pótalkatrészek hiánya miatt. A szertári értékek megőrzésére központi intézkedés szükséges (pl. területi javítóműhelyek szervezése).
3. Az ITV adásait a falusi iskolák nem tudják felhasználni. Az ITV vegye figyelembe („tanmenetében”) a falusi iskolák őszi mezőgazdasági munkáit.
4. A tanulói érdeklődés felkeltésére és megerősítésére alkalmas fizikai-technikai tárgyú könyvek felhasználásának metodikájával többet kell foglalkozni, mint eddig. A tanárok munkáját segítené egy „központi figyelőszolgálat” megszervezése.
5. A tanárok, a szakfelügyelők szemléletének formálásához szükséges az országos rendezvények időtartamának és keretszámának felemelése.

Szűcs Barna
főiskolai adjunktus
OPI (OSZTK)

Átdolgozott 7., 8. osztályos fizikatan könyvről

Mint ismeretes, a 114/1973. (M. K. 9.) MM számú utasítás módosította az 1963-as tantervet (1., 2.). A tantervmódosítás végrehajtásához fizikából az általános iskolai tanárok számára A Fizika Tanításában jelent meg tájékoztató (3., 4.). Először azoknak a tantárgyaknak a tankönyvei jelentek meg átdolgozott kiadásban, amelyekben viszonylag nagymértékű volt a tanterv módosítása, illetve a tananyag osztályok közötti átcsoportosítása. Ezt követően kerülhettek sorra azon tantárgyak tankönyvei, amelyekben aránylag kisebb mértékű volt a módosítás.

A 6. osztályos fizikatan könyvet a Tankönyvkiadó 1974-től kezdődően úgy jelenteti meg, hogy a fejezetcímek alatt jelzi a tantervmódosítást. Ha valamely tananyag rész kimarad, a fejezetcím alatt a „kimarad” szó olvasható; ha kiegészítő vagy tájékoztató anyagként szerepel a módosított tantervben az adott fejezet anyaga, akkor a cím alatt az „olvasmány” szó található.

Természetesen nem lehet ily módon jelölni azokat a módosításokat, amelyek a tankönyvi fejezeteknek csak egy részére vonatkoznak. Ilyen fejezet azonban alig van a 6. osztályos tananyagban (3. : 98. l.). A 6.-os tankönyv nyomdai újraszédését igénylő átdolgozására előreláthatóan a következő években sem kerül sor.

A 7. és a 8. osztályos tankönyv 1975 szeptemberétől kezdődően a tantervmódosítás alapján átdolgozott formában jelenik meg. Az átdolgozott kiadásból ennek megfelelően kimaradnak azok a fejezetek, amelyeket a tantervmódosítás kihagyott, s „olvasmány” alcímmel vagy „Olvasd el!” címszó alatt, apróbetűs szedéssel jelennek meg azok a tananyagrészek, amelyeket a tantervmódosítás kiegészítő vagy tájékoztató anyagként tüntet fel.

Bár a lehetőségekhez képest mindenütt törekedtünk nyomdatechnikailag is differenciálni a tananyagot, mégsem mondhatjuk egyértelműen, hogy a nagybetűs rész a törzsanyag, az apróbetűs rész pedig a kiegészítő- és tájékoztató anyag. A törzsanyagban ugyanis számos olyan követelmény van, amelynek az eléréséhez az ismeretek sokoldalú alkalmazására, számításos és egyéb feladatok megoldására, tanulói kísérletek végzésére, ismétlésre, rendszerezésre van szükség. (Példaként említjük a sebesség, a nyomás, a munka, a teljesítmény, az ellenállás kiszámítását, Arkhimédész törvényét, Ohm törvényét, a feszültség- és az áramerősség mérését.) E követelmények teljesítéséhez segítséget nyújtó tankönyvi részek (példák, feladatok, fizikai gyakorlatok stb.) nagybetűvel való szédése — több szempontból is — nem lett volna célszerű. Így az átdolgozott tankönyv használata mellett is szükség van a tantervi módosítás dokumentumainak figyelemmel kísérésére. Segítséget jelent e tekintetben a részletezett követelményrendszer, amely a tantervi módosítások figyelembevételével, a tankönyvi fejezetek sorrendjében, a követelmények differenciálásával (a törzsanyag, a kiegészítő- és a tájékoztatóanyag feltüntetésével) jelenik meg (5).

A tanterv módosításából adódó tankönyvi változtatásokon túlmenően lehetőség nyílt néhány fejezet kisebb mértékű átdolgozására is, megtartva természetesen az érvényes tanterv követelményeit s a jelenlegi tankönyvek struktúráját.

A 7. osztályos tankönyvben az eddigtől eltérő módon kerül feldolgozásra „A testek úszása” c. fejezet. (1. — A tankönyvekre utaló lapszámok minden esetben az 1975-ös kiadású, átdolgozott tankönyvekre vonatkoznak.)

Az új feldolgozás az eddiginél jobban épít az előző fejezet anyagára. Alapgondolata: a folyadékba merülő testre ható felhajtóerő és a test súlyának az összehasonlítása. E két erő egymáshoz viszonyított nagyságától függ, hogy lemerül, lebeg vagy úszik-e a test a folyadékban. E gondolat folytatásaképpen konkrét példák elemzése révén jutunk el a folyadékba merülő test és a folyadék

fajsúlyának az egymáshoz viszonyításához; a lemerülés, lebegés, úzás kritériumának a fajsúly alapján történő megfogalmazásához. A kidolgozásához felhasználtuk e témával kapcsolatos korábbi vizsgálataink tapasztalatait is (6.: 260. 1.).

A 8. osztályos tankönyv átdolgozása során figyelembe vettük, hogy a tanterv bevezetése óta iskoláinkban jelentősen megváltoztak a tárgyi feltételek. Elég csak arra utalnunk, hogy a tankönyv 1966-ban történt első kiadása után kerültek csak forgalomba a tanulókísérleti műszerek. Ma viszont az iskolák többségében — más tanulókísérleti eszközökkel együtt — kellő számban állnak rendelkezésre. Ezért az átdolgozott tankönyv többször és konkrétabban ad feladatként feszültség- és áramerősség-mérést, mint a korábbi kiadások. Az áramerősségről és az áramforrás feszültségéről szóló fejezethez kapcsolódóan konkrét útmutatást ad a tankönyv a tanulókísérleti műszer használatához (18., 31. l.). Több helyütt tartalmaz a tankönyv mérést igénylő feladatot is, mint korábban.

Nőtt az áramerősség- és feszültségmérés szerepe a fizikai gyakorlatokban is. Az I. sz. fizikai gyakorlatból (32. l.) elmaradtak azok a kísérletek, amelyek az előismeret-vizsgálat tanulságai szerint ezen a szinten már nem nyújtanak újat a tanulók számára (7.). E kísérletek helyett feszültség- és áramerősség-mérést végeznek a tanulók, oly módon, hogy a szerzett tapasztalatok konkrét előkészítést jelentenek a következő óra anyagához, Ohm törvényének megismeréséhez.

Az előző években sok szó esett Ohm törvényének általános iskolai tanításáról (8., 9., 10.). Az átdolgozott 8. osztályos tankönyv az elhangzott észrevételek, javaslatok, a közvetlen tanítási tapasztalat és különösen az 1974/75. tanévben alkalmazott kísérleti tankönyv (11.) használatával kapcsolatos tanulságok alapján a következő gondolatmenetet követi:

1. Ohm törvénye (35. l.). A tanulók megismerkednek azzal, hogy a feszültség és az áramerősség között egyenes arányosság van (a fogyasztó azonos). Több konkrét kísérlet és példa elemzésével kell biztosítanunk az egyenes arányosság felismerését, helyes értelmezését, a megismert fizikai összefüggés tartalmának elmélyítését. *Ebből a szempontból és az ismeretszerzésnek ebben a fázisában tartjuk szükségesnek a tankönyv gondolkodtató kérdéseire a válaszadást és néhány számításos feladat következtetéssel való megoldását* (36. l.).

2. A fogyasztók elektromos ellenállása (37. l.). Az előző órán végzett mérések adatainak további elemzése révén eljuttatjuk a tanulókat az ellenállás fogalmának, valamint az $R = U/I$ összefüggés megismeréséhez. Az itt közölt számításos feladatokat (40. l.). már a képlet alkalmazásával javasoljuk megoldani.

3. Összefüggés a feszültség, az áramerősség és az ellenállás között (42. l.). Újabb kísérlet és a táblázatba foglalt mérési adatok alapján jutunk el az ellenállás és az áramerősség közötti fordított arányosság megfogalmazásáig (a feszültség állandó). Ezután példák, feladatok következnek a feszültség és az áramerősség kiszámítására az $R = U/I$ összefüggés matematikai átalakítása segítségével (44—45. l.). Az itt közölt feladatok mennyisége több a megszokottnál, mivel a fejezet feldolgozását követően külön gyakorló óra beiktatását javasoljuk (3.: 105. l.).

4. Mitől függ a vezető ellenállása? (46. l.) E fejezet feldolgozása során tovább bővítjük az ellenállás fogalmát annak tudatosításával, hogy az ellenállás a vezetőnek olyan jellemzője, amely a vezető méreteitől, anyagától és hőmérsékletétől függ. (Csak kisebb módosítások vannak ebben a tankönyvi fejezetben.)

5. Huzalok ellenállásának összehasonlítása (50. l.). Ez a fejezet lényegében az előző órai ismeretek további elmélyítését, megszilárdítását szolgálja.

6. II. sz. fizikai gyakorlat (52. l.). A tanulók olyan kísérleteket, méréseket, számításokat végeznek, amelyek tovább erősítik az Ohm-törvénnyel kapcsolatos ismereteket, jártasságokat.

Ohm törvényének ez a feldolgozási módja egyszerűbb, a tanulók matematikai ismereteire is jobban épül, mint a korábbi eljárás, így eredményesebb tanítást, tanulást tesz lehetővé. A minden tekintetben megnyugtató, kielégítő megoldást azonban az jelentené véleményem szerint, ha nem néhány óra alatt kívánnánk tanulóinkat a konkrét tapasztalatszerzéstől az elvont, általánosított megfogalmazáson át a sokoldalú gyakorlati alkalmazásig eljuttatni, hanem a tanulók pszichológiai fejlődését, gondolkodási sajátosságait figyelembe véve, hosszabb időt biztosítanánk ugyanezen út bejárásához. Célszerű lenne már a 6. osztályban a tanulók elektromosságtani előismereteire építve olyan konkrét tapasztalatok birtokába juttatnunk a tanulókat (korai általánosítás nélkül), amelyek a 7. osztályban mérésekkel bővítve szilárd alapot képezhetnének a 8. osztályban történő általánosításhoz.

Módosult a 8. osztály átdolgozott tankönyvében az elektromos fogyasztók teljesítményének összehasonlítását szolgáló két kísérlet (84. l.). Az első kísérletben egyenlő a két fogyasztón áthaladó áram erőssége, de különbözik a rájuk jutó feszültség; a második kísérletben a két fogyasztót azonos feszültséggel működtetjük, de különbözik a rájuk áthaladó áram erőssége.

Az eddiginél több a gyakorlófeladat az elektromágneses indukcióval kapcsolatban (133. és 135. l.). E feladatok nemcsak az adott fejezetek ismeretanyagának elmélyítését szolgálják, hanem hozzájárulnak az indukció alkalmazásainak (generátor, transzformátor) könnyebb megértéséhez is. A transzformátorral kapcsolatos tankönyvi szöveg nagy része az új kiadásban apróbetűs lett, s jelentősen csökkent a mennyisége is.

A 6—8. osztályos fizikatananyag összefoglalása az eddiginél kevesebb fejezetet tartalmaz, és anyaga jobban illeszkedik a tantervi követelményekhez (5). Az összefoglaláshoz közölt feladatok közül kimaradtak azok, amelyek a tantervmódosítás következtében elhagyott tananyagrészekhez kapcsolódtak.

Az átdolgozott 7. és 8. osztályos tankönyv fejezeteinek tagolása a tantervmódosításhoz kiadott tájékoztatóhoz igazodik (3). Így az ott közölt javasolt tananyagbeosztás alapján készített tanmeneteket az új tankönyv miatt nem kell átdolgozni.

IRODALOM

1. Az általános iskolai tantervek módosítása. Fizika 6—8. osztály. 7. sz. melléklet a művelődésiügyi miniszter 114/1973. (M. K. 9.) MM számú utasításához
2. Tanterv az általános iskolák számára. Fizika 6—8. osztály. MM Általános Iskolai Főosztálya, Budapest, 1974.
3. Tájékoztató az általános iskolai fizikatananyagának csökkentéséhez. A Fizika Tanítása 1973. évf. 4. sz.
4. Az 1974—75-ös tanév elé. A Fizika Tanítása 1974. évf. 4. sz.
5. Gergely Péter—Mezei Mihály—dr. Varga Lajos—Zátonyi Sándor: Követelményrendszer. Általános iskola, 6—8. osztály. Tankönyvkiadó, 1975.
6. Zátonyi Sándor: A tanulók gondolkodásának fejlődés-lélektani vizsgálata a fizika tanításához. Magyar Pedagógia 1969. évf. 3. sz.
7. Zátonyi Sándor: A tanulók elektromosságtani előismereteinek vizsgálata. A Fizika Tanítása 1973. évf. 5. sz.
8. Nyilas Dezső: A számtan-mértan és fizika tantárgy helyzete és feladatai. MM Közoktatási Főosztály. Tanévelőkészítő tanácskozások, 1969.
9. Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Iskolánkban így tanítjuk Ohm törvényét. A Fizika Tanítása 1973. évf. 5. sz.
10. Sági Zoltán: Javaslat a tört alakú mértékegységekre vezető összefüggések általános iskolai tanítására. A Fizika Tanítása 1975. évf. 3. sz.
11. Pápai Gyuláné—Smidéliusz Zsuzsa—Zátonyi Sándor: Fizika az általános iskolák 8. osztálya számára. (Kísérleti tankönyv.) Kézirat, OPI, 1974.

Zátonyi Sándor
főisk. docens
OPI., Budapest

A súrlódási erő

I. rész

Az erőfogalom bevezetése után, a konkrét erőfajták között szinte elsőként foglalkozunk a súrlódási erő problémájával. Ez érthető is, hiszen tanulóink primer tapasztalatokkal rendelkeznek a jelenségkörrel kapcsolatban. Ezek a tapasztalatok azonban csak a kvalitatív leírás fokán hasznosíthatók. Amennyiben a súrlódással kapcsolatos mennyiségi törvényeket tanulóink eleve meglevő tapasztalatai alapján akarjuk kimondani, azonnal kiderül, hogy ezek az ismeretek szerteágazóak, és sokszor egymásnak ellentmondóak is.

Kissé mélyebben belegondolva a kérdésbe, rá kell jönnünk, hogy ezt az ellentmondásosságot a jelenség bonyolultsága okozza. A súrlódásról nem is szerezhetünk egyértelmű tapasztalatokat, hiszen az elnevezés a legkülönbözőbb fizikai jelenségeket foglalja magában (nyugalmi súrlódás, gördülő ellenállás, folyadéksúrlódás, közegellenállás stb.).

A középiskolában, de az egyetemek bevezető fizika kollégiumaiban is többnyire az ún. Coulomb-féle súrlódási törvénnyel leírható súrlódási erőkkel foglalkozunk. Az

$$|F_s| = \mu |F_n| \quad 1$$

törvényt — ahol F_s a súrlódási erő, F_n az érintkező felületekre merőleges nyomóerő, μ pedig az érintkező felületek anyagi minőségére jellemző állandó — többé-kevésbé joggal vagy jogtalanul a következő, egymástól teljesen elütő erőtípusokra szokták alkalmazni:

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| a) Tapadási súrlódás, | c) Gördülő ellenállás, |
| b) Csúszási súrlódás, | d) Menetellenállás. |

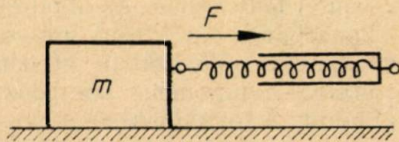
I.

Tapadási és csúszási súrlódás

A két erőt éppen a különbségek erőteljesebb kiemelése érdekében célszerű a következő egyszerű kísérlettel bevezetve együtt tárgyalni.

Helyezzünk vízszintes asztallapra téglatestet, majd egy dinamométerrel gyakoroljunk rá az asztallap síkjával párhuzamos, fokozatosan növekvő erőt.

Azt tapasztaljuk, hogy a test egy meghatározott $0 \leq F \leq F_{\max}$ erőtartományban nyugalomban marad, s csak $F > F_{\max}$ esetén jön mozgásba. Tapasztalható az is, hogy bármennyire óvatosan növeljük is az erőt, a megindulás ugrásszerűen következik be. Az indulás pillanatában a test gyorsuló mozgást végez. Ez a mozgás csak az erő csökkentésével tehető egyenletessé. Vizsgáljuk meg most e két jelenséget kvantitatívan.



a) Tapadási súrlódás

Az, hogy a test a $0 \leq F \leq F_{\max}$ tartományban nyugalomban maradt, az egyensúly dinamikai feltételei alapján csak úgy magyarázható, hogy a testre a húzóerővel ellentétes irányú és azonos nagyságú tapadási súrlódási erő hatott.

A tapadási erőnek tehát nagyságát és irányát is a testre ható húzóerő határozza meg. Látható az is, hogy mivel a tapadási súrlódási erő egy intervallum-

ban változhat, törvényeket legfeljebb ennek az intervallumnak a felső határáról állapíthatunk meg.

Az intervallum felső határát szabja meg első közelítésben a Coulomb-féle súrlódási törvény:

$$|F_{s \max}| = \mu_0 |F_n|.$$

Itt μ_0 a tapadási súrlódási együttható, amely ismét első közelítésben csak az érintkező felületek anyagi, minőségétől függ.

b) Csúszási súrlódás

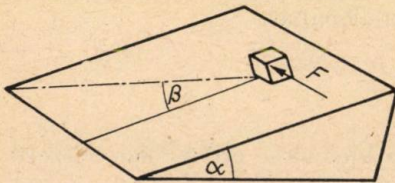
A csúszó súrlódási erő irányának megállapítására vizsgáljuk meg a vízszintes asztallapon v sebességgel ellökött test mozgását. A test egyenes vonalú pályán lassuló mozgással megáll. Ez azt jelenti, hogy egy sebességgel ellentétes irányú erőhatásnak kellett fellépni. A csúszó súrlódási erő tehát a sebességgel ellentétes irányú erő, amelynek nagyságát első közelítésben az

$$|F| = \mu |F_n|$$

törvény szabja meg, ahol μ közelítőleg csak az érintkező felületek anyagi minőségétől függ.

Látható tehát, hogy a csúszó és tapadási súrlódási erő még a legegyszerűbb közelítést alkalmazva is teljesen különböző jellegű erők, s a nyugalomból a csúszásra történő átváltáskor a súrlódási erőnek esetleg mind nagysága, mind pedig iránya ugrásszerűen változik.

Ennek a jelenségnek az érzékeltetésére alkalmazzák a következő kísérleteket. α hajlásszögű lejtőre helyezünk téglatestet, α -t válasszuk meg úgy, hogy a test lejtőirányú lökést kapva is lefékeződjék, tehát $\tan \alpha < \mu$.



Kezdjük ezután a testet az ábrán látható módon a lejtő „a” élével párhuzamos F erővel tolni. Azt tapasztaljuk, hogy a csúszás megindulásának pillanatában a test megindul a lejtőn lefelé is. Az első pillanatban meglepőnek tűnő kísérletet a következőképpen magyarázhatjuk. Az a oldallal párhuzamos erőhatás fellépése előtt a test a tapadási súrlódás hatására volt

egyensúlyi helyzetben. Az oldalirányú erő hatására a test megcsúszott, ebben a pillanatban a súrlódóerő iránya a sebességgel ellentétesre váltott, ez pedig a megcsúszás pillanatában vízszintes volt, következésképpen a nehézségi erő lejtőirányú komponense kompenzálatlan maradt, tehát a test a lejtő mentén is elindult. A továbbiakban a mozgás egyszerűen tárgyalható a dinamika alaptörvénye alapján. A testre ható erők eredője ugyanis

$$F_e = \sqrt{F^2 + m^2 g^2 \sin^2 \alpha} - \mu mg \cos \alpha$$

lesz.

Igy a test egyenes vonalú pályán

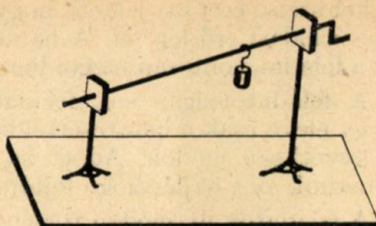
$$a = \frac{F_e}{m}$$

gyorsulással lecsúszik a lejtőről, mozgásának egyenese azonban

$$\tan \beta = \frac{F}{mg \sin \alpha}$$

szöget zár be a lejtő irányával.

A kísérlet elvégezhető a következő összeállításban is. Vékony acélrudat az ábrán látható módon állítunk be a vízszinteshez képest α hajlásszögben úgy, hogy könnyen forgatható legyen. A rúdra akasszunk G súlyú testet, s ismét teljesüljön a $\tan \alpha < \mu$ feltétel.

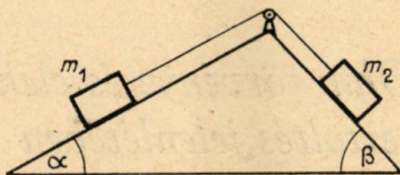


A rudat forgásba hozva azt tapasztaljuk, hogy a teher a rúd mentén lecsúszik. A magyarázat ismét abban rejlik, hogy a forgatással a tapadási súrlódási erőt — melynek iránya a többi erő eredőjével ellentétes — a csúszási súrlódási erővel helyettesítettük, amely viszont a sebességgel ellentétes irányú.

A következőkben néhány jellegzetes példával illusztráljuk a súrlódási erő tulajdonságait.

1. A tapadási súrlódási erővel kapcsolatos nehézségek egy részét az okozza, hogy a tapadási súrlódási erő határozatlanságát nem érzékeltetjük kellőképpen a tanulókkal.

Közismert feladat a következő: *Egymáshoz rögzített α és β hajlásszögű lejtőre az ábrán látható módon fonállal összekötött m_1 és m_2 tömegű testeket helyezünk. A testek és a lejtő közötti súrlódási együttható μ . Határozzuk meg az egyensúly feltételét.*



Megállapítottuk, hogy a tapadási súrlódási erő mindig a többi erő eredőjének felületbe eső komponensével ellentétes irányú. Az adott feladat esetén a teljes megoldás nélkül a súrlódási erőnek még az irányát sem tudjuk megállapítani. Irjuk fel az egyensúly feltételét a két testre. Irányítsuk koordinátarendszerünket az α hajlásszögű lejtő mentén lefelé, a β hajlásszögű lejtőn pedig felfelé.

Az m_1 tömegű test egyensúlyának feltétele:

$$m_1 g \sin \alpha - K + S_1 = 0.$$

Az m_2 tömegű test egyensúlyának feltétele:

$$K - m_2 g \sin \beta + S_2 = 0.$$

A fenti két egyenletben S_1 és S_2 az m_1 , ill. m_2 tömegű testre ható tapadási súrlódási erőt jelentik. Itt a két erő előjelét is beleértjük az S_1 és S_2 jelölésekbe.

Adjuk össze most a két egyenletet. Az

$$m_1 g \sin \alpha - m_2 g \sin \beta + S_1 + S_2 = 0$$

egyenlethez jutunk. Ebből S_1 és S_2 nem határozható meg egyértelműen. Ez azt jelenti, hogy a két testet a lejtőre helyezve, majd felemelve és ismét a lejtőre téve a súrlódási erők különböző értékeket vehetnek fel.

Az egyensúly feltételét a tapadási súrlódásra vonatkozó

$$\begin{aligned} |S_1| &\leq \mu m_1 g \cos \alpha \\ |S_2| &\leq \mu m_2 g \cos \beta \end{aligned}$$

egyenlőtlenségek segítségével fogalmazhatjuk meg. Az egyenletbe behelyettesítve ezeket a feltételeket adódik, hogy egyensúly csak akkor lehetséges, ha

$$|m_1 g \sin \alpha - m_2 g \sin \beta| \leq \mu g (m_1 \cos \alpha + m_2 \cos \beta).$$

A két szélső eset azt jelenti, hogy mindkét test esetén azonos irányú és maximális súrlódási erő lép fel. A határesetekben a súrlódási erők értéke határozott, és a feladat pontosan megoldható.

A feladatot igen sok feladatgyűjtemény olyan megfogalmazásban közli, hogy eleve csak a határesettel kell számolnunk. Pl. megfogalmazható a kérdés a következő módon. Adott m_2 és μ esetén legfeljebb mekkora m_1 tömeget tehetünk az α hajlásszögű lejtőre, hogy a rendszer még egyensúlyban maradjon?

A feladatok ily módon történő egyszerűsítése azonban azzal a veszéllyel jár, hogy a tanulók a tapadási súrlódási erőt minden esetben határozott erőként kezelik, és a maximumával helyettesítik.

Holics László

vezető tanár

ELTE, Apáczay Csere János gimn.

Dr. Tasnádi Péter

adjunktus

ELTE, Ált. fiz. tanszék

Ohm törvénye és elektromos vezetés tértöltés jelenlétében

I. rész

1. Az elektromos vezetés általánosabb megfogalmazása

Az elektromos vezetés kérdését tágabb aspektusból kívánjuk vizsgálni és — legalábbis kvalitatíve — közelebb hozni a tanításhoz. Helyénvaló tudatosítanunk a tanulóknak, hogy elektromos vezetéskor két lényegesen különböző helyzettel állunk szemben: a vezetési tér (ami lehet szilárd vezető belseje, elektrolit vagy gáz) egészében elektromosan semleges, vagy magában a vezetési térben elektromos töltés van jelen az áramvezetés idején. Ilyenkor tehát tértöltés uralkodik. A vezetési tér semlegességét úgy képzeljük, hogy pl. a szilárd vezetőben a kollektivizált elektronok biztosítják a vezetést az ionrácsok terében, és akármilyen kis tartományban is a rácsionok és a pillanatnyilag ott levő elektronok töltéseinek összege zérus. Hasonlóan képzelhetjük el a semlegességet elektrolitokban is, csak a pozitív és negatív ionok, vagyis mindkétfajta töltéshordozó mozgásban van. Gázkisülésekben már csak a plazmarész semleges. Viszont egy elektroncsőben, pl. vákuumdiódában a vezetési tér áramló elektronokat tartalmaz, és itt tértöltés jelenlétében zajlik a vezetés. Az áramkör hozzávezető huzaljaiban nincs tértöltés, míg a dióda katódja és anódja között tértöltés uralkodik. Eközben konstans áramsűrűség jellemzi az egész áramkört. A vezetési problémának tehát lényeges részét képezi a tértöltés jelenlétének figyelembevétele. Ez matematikailag a $\nabla^2 \varphi = -4\pi \rho$; ($\rho = e(n_+ - n_-)$), Poisson-egyenlettel tárgyalható. A térfogati töltéshordó koncentrációját jelenti n_+ és n_- , e az elemi töltés abszolút értéke, φ a helyfüggő potenciál és ∇^2 a Laplace-operátor.

A vezetés tárgyalásához még fel kell használnunk a j áramsűrűség és a helyi E térerősség kapcsolatát kifejező összefüggést, vagyis a differenciális Ohm-törvényt: $j = \sigma E$, ahol σ az általában helyfüggő fajlagos vezetőképesség.

σ helyfüggését külön meg kell határozni. Ha az áram ε dielektromos állandójú anyagban folyik, akkor a Poisson-egyenletben ϱ/ε írandó, és nem ϱ .

A vezetési probléma megoldása azt jelenti, hogy meghatározzuk a térerősség, potenciál és a térfogati töltéssűrűség hely szerinti eloszlását és a vezetés feszültség—áram karakterisztikáját: $U(J)$.

Sok fontos gyakorlati esetben jelentős egyszerűsítést lehet végrehajtani. Ennek az az alapja, hogy a vezetők széles osztályára a σ vezetőképesség állandó érték. Pl. közönséges homogén fémvezetőre σ állandó. Vegyünk tehát egy homogén vezetőt és az áramkörnek azon szakaszát, melyben nincs bekiktatott külső elektromotoros erő, pl. galvántelep. Homogén vezetőben töltéshordozók nem keletkeznek, és nem tűnnek el, így a kontinuitási egyenlet alakja:

$$\operatorname{div} j = 0.$$

Tekintsük most a differenciális Ohm-törvényt, és helyettesítsük be a kontinuitási egyenletbe, kihasználva, hogy az elektromos tér potenciálos, vagyis $E = -\operatorname{grad} \varphi$. Eredményül kapjuk, hogy

$$\operatorname{div} [\sigma(-\operatorname{grad} \varphi)] = 0; \quad -\sigma \operatorname{div} \operatorname{grad} \varphi = 0.$$

Végül $\Delta^2 \varphi = 0$, mivel $\operatorname{div} \operatorname{grad}$ éppen a Laplace-operátor. A Poisson-egyenlettel összehasonlítva, látjuk, hogy $\varrho = 0$, vagyis ez esetben az elektromos áram semleges vezetőben folyik, így a vezető belsejében nincs tértöltés. A differenciális Ohm-törvényből $\sigma = \text{konst.}$ esetben könnyen megkapjuk az ún. integrális Ohm-törvényt, ahogy Ohm eredetileg felfedezte, és ahogyan a tanításban is szerepel. A fentebbi gondolatok csak stacionárius vezetésre vonatkoznak, amikor is a térmennyiségek és az áramsűrűség nem függnak az időtől. Valójában a Maxwell-egyenletek speciális alakjainak megoldásáról van szó.

2. Az integrális Ohm-törvény

Vegyünk most új irányt eddigi megfontolásainkban, és közelítsük meg a vezetési problémát a tanítás oldaláról, kiindulva az integrális Ohm-törvényből, melyet egyre részletesebben elemzünk majd.

Az elektromos fogyasztók széles osztályára érvényes, hogy a fogyasztón átfolyó áramerősség arányosan változik a rajta eső feszültséggel. Alapvető törvénnyel állunk szemben: ez Ohm törvénye. Már az általános iskolai tankönyv (8. oszt.) is a törvény helyes megközelítésével exponálja a problémát. Próbáljuk a tiszta fogalomalkotás jegyében igényesebb szempontból tekinteni ezt a kérdést. Az $U = IR$ összefüggésnek mélyebb tartalma van, mint amit általában tanulóink hozzáfűznek.

Az elektromos fogyasztó viselkedését a feszültség—áram karakterisztikával írjuk le, vagyis az $U(I)$ függvénnyel. Határozzuk meg mérésel ohmos ellenállás, gázkisülési cső, vákuumdióda, vagy félvezető karakterisztikáját! Nemcsak $U(I)$ karakterisztika létezik, hanem vizsgálhatjuk a fogyasztót pl. az áram—hőmérséklet karakterisztika szerint is. Ez félvezetőknél különösképpen érdekes. Maradjunk azonban a továbbiakban az $U(I)$ karakterisztikánál. A legegyszerűbb ilyen függvény a lineáris karakterisztika, egyben gyakorlati szempontból is igen lényeges. Ezek szerint az $U = kI$ (k : konst.) lineáris függvényről van szó. Az $U = kI$ összefüggést nevezzük Ohm törvényének, és nem többet. Itt k arányossági tényező. Ezután — az alábbi objektív törvényszerűségtől teljesen függetlenül — definiáljuk a vezető ellenállását. A józan észnek megfelelően tesszük ezt, vagyis a definiálandó ellenállás pl. állandó feszültség

esetén a kisebb áramot átengedő vezetőre nézve legyen nagyobb. Az R -rel jelzett ellenállás definíciószerűen legyen $R=U/I$. Tehát megmérve U és I értékét, a két mennyiség hányadosát nevezzük a vezető ellenállásának. Összevetve az $U=kI$ Ohm-törvényt az $R=U/I$ -ként definiált ellenállással, látjuk, hogy a k arányossági tényező ez esetben R . Irható végül, hogy Ohm törvénye végleges alakjában

$$U = IR. \quad (1)$$

Hogy jobban megvilágítsuk az ellenállás önkényes fogalomalkotását — ami nem érinti az objektív érvényű Ohm-törvényt —, írjunk fel egy nem lineáris karakterisztikát; pl. $U=kI^2$ alakban. Itt már k arányossági tényező nem fejezhető ki csak R -rel, hanem $k=R/I$. Mint látható, nem lineáris karakterisztika esetén nincs sok értelme a fogyasztó ellenállásról beszélni, mivel ez nem maradéktalan jellemzője a fogyasztó viselkedésének, hanem függ az áramerősségtől.

Lényeges tehát mindig a feszültség-áram karakterisztika. Ez mélyebbre mutat. Adott esetben szemléletes lehet, ha azt mondjuk, hogy az ellenállás nem állandó, hanem a fogyasztóra kapcsolt feszültségtől vagy a rajta átfolyó áramerősségtől függ. Ez esetben így fejezzük ki, hogy nem lineáris feszültség-áram karakterisztikával van dolgunk.

Oktatásunkban a mérések döntő szerepet játszanak. Az Ohm-törvény demonstrációja és e törvényre épülő egyszerűbb elektromos mérések a középiskolában elvégzendő legkönnyebb és legpontosabb mérések. Ezért ajánlatos ezeket feltétlenül elvégeztetnünk. Például az Ohm-törvényre épülő tanulságos és egyszerű mérés a fogyasztó ellenállásának változtatásával a fogyasztó által leadott teljesítmény vizsgálata. Az elméletileg könnyen indokolható maximummal bíró görbét pontosan megkapjuk; és a maximum éppen a telep belső ellenállásával egyező külső ellenállás értékénél van. Zsebteleppel kapcsoljunk sorba kb. 100—200 Ω -os ellenállást, majd ezután 0—1000 Ω -os tolóellenállást. Ez utóbbi a fogyasztó, és az előbbi 100—200 Ω -mal a telep belső ellenállását növeljük meg. Így a maximális teljesítményt is ilyen fogyasztó-ellenállás értékénél kapjuk. Változtatva a csúszókontaktus helyzetét, a leolvasott kapocsfeszültségből és áramerősségből kiszámítjuk a pillanatnyi teljesítményt $P=U \cdot I$ alapján, és ugyancsak $R=U/I$ alapján a megfelelő ellenállást. A $P(R)$ függvénynek $R=R_0$ -nál lesz maximuma, ahol R_0 a mesterségesen megnövelt telepellenállás (100—200 Ω). Az egész mérés alatt arra kell ügyelnünk, hogy közben ne melegedjen egyik ellenállás se.

3. A differenciális Ohm-törvény

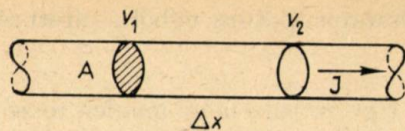
Nem elégedhetünk meg adott fogyasztó karakterisztikájának kimérésével. Ha van rá mód, szeretnénk elméletileg indokolni, vagyis a karakterisztika egyenletét az áramvezetés elemi folyamatainak ismeretében az általános érvényű fenomenologikus törvények alkalmazásával levezetni. Elemi folyamaton itt az áramvezetés mikrofolyamatainak mechanizmusát értjük, vagyis az elektronok, ionok, általában a töltéshordozók elektromos térben való mozgástörvényeinek ismeretét. Nem is gondolnánk talán, hogy ilyen elég általános problémák megoldásában mennyire lehet támaszkodni az Ohm-törvényre. Az $U=IR$ alakban felírt Ohm-törvény nem alkalmas ilyen általánosításokra, ellenben — példaként egyenes vezetőt tekintve — ha e vezetőnek elemi hosszúságú szakaszára írjuk fel, ez modellje lehet az általánosításnak. Az 1. ábra szerint végezzük a számolást.

Két helyen a potenciálok különbsége:

$$V_1 - V_2 = U; \quad \text{továbbá}$$

$$R = \rho \frac{\Delta x}{A}; \quad E = -\frac{\Delta V}{\Delta x} = -\frac{V_2 - V_1}{\Delta x}.$$

$$j = \frac{J}{A}.$$



1. ábra

Tekintsük most az eredeti Ohm-törvényt, és helyettesítsük be U , I , R értékeit. Határértékre térve, a vezető adott helyére lokálisan jellemző összefüggést kapunk:

$$j = \sigma E. \quad (2)$$

Ez a differenciális Ohm-törvény. Látjuk, hogy itt nem szerepel a vezető hossza, hanem a vezetés lokális adatai között tudunk kapcsolatot teremteni, vagyis (2)-vel pontról pontra végig lehet követni a determináló adatok alakulását. Ehhez viszont az áramerősség helyett az áramsűrűséget, a véges távolságok közti feszültség helyett az adott helyen uralkodó télerősséget és a $1/\rho = \sigma$ általában helyfüggő vezetőképességet kellett kapcsolatba hozni. A (2) képlet speciális esetként magában foglalja az eredeti Ohm-törvényt is, vagyis lineáris karakterisztikát is leír $\sigma = \text{konst.}$ esetben, de ennél sokkal általánosabb. A lokálisan változó j , σ , E értékek között ad kapcsolatot. Az elektromos vezetési jelenségek tárgyalásának az általánosítás irányában ez az útja. Minthogy az (1) Ohm-törvény véges hosszúságú szakaszokra vonatkozik (és egyben lineáris függést ír le), találóan integrális Ohm-törvénynek is nevezik.

4. Az áramsűrűség korpuszkuláris modellje

A fizikai helyzetek vagy folyamatok egyszerű áttekintésére igen jól bevált fogalmak léteznek, melyek egyben szemléletes jelentésűek. E fogalmak megalkotásának útját végigkövetni a tanított tárgy metodikája szempontjából is jelentős. Az általánosítás kínáló lehetőségét nem szabad ilyenkor elmulasztani.

Ilyen az áramsűrűség fogalma, különösen ha diszkrét részecskék sokaságának történetesen egyirányú áramlásáról van szó. A j áramsűrűség az áramlás irányára merőlegesen álló egységnyi keresztmetszeten időegység alatt áthaladó részecskék száma. Ha ismerjük a térfogategységben foglalt részecskék számát, a térfogati koncentrációt, akkor a jelzett keresztmetszeten annyi megy át időegység alatt, mint amennyi a keresztmetszetre emelt, a részecskék átlagsebessége számértékével egyenlő nagyságú egyenes hasámban benne van. Tehát az áramsűrűség:

$$j = nv. \quad (3)$$

A (3) képlet részecske-áramsűrűséget ad, a darabszám áramsűrűségét. Most nyílik meg az út e hasznos gondolatmenet után a fogalom általánosítására. Elektromos áramsűrűséget akkor kapunk, ha az átvitt töltést számítjuk. Ha minden részecske pl. egy elektron töltéssel rendelkezik, vagy általában azonos q töltéssel, akkor az elektromos áramsűrűség: $j = nvq$. Beszélhetünk általában tulajdonság-áramsűrűségről, ezt megkapjuk, ha a részecske-áramsűrűséget megszorozzuk a fizikai tulajdonságot kifejező mennyiséggel. Ha pl. a részecskék m tömegűek egyenként, akkor $j = nvm$ tömeg áramsűrűség, és $J_g = nv(mv)$ impulzus-áramsűrűség lép fel egyidejűleg.

Visszatérve (3)-ra, ebből a töltött részek által képviselt elektromos áramsűrűség:

$$j = nve. \quad (4)$$

Úgy vettük, hogy minden részecske egy elektron töltéssel rendelkezik. Most egyszerűen ionizált atomok (ionok) vagy külön elektronok áramlását vizsgáljuk. Ezek sokaságának áramlása hozza létre a vezetést. Megjegyzendő: a (3) vagy (4) képlethez vezető fogalomalkotásból következik, hogy az n tér-fogati koncentrációnak nem kell szükségképpen állandónak lennie, mivel v hosszúságú hasábot tekintettünk, s esetleg azt gondolnánk, hogy ebben n értékének állandónak kellene lenni. Mindig azt a v sebességet kell ugyanis tekintetbe venni, ami a vizsgált helyen érvényes. Adott helyen viszont még a helytől függő $n(x)$ is egyértelműen adott. Így lesz j is lokális és egyértelműen adott.

Vessük össze a (2) és (4) képletet. Következik, hogy

$$v = \frac{\sigma}{en} E. \quad (5)$$

Ez valójában a differenciális Ohm-törvény egy másik, (2)-hez képest kissé szűkített alakja. Érvényes ugyanis részecskeárammal megvalósított elektromos vezetésre. Gondoljuk meg, hogy az elektrodinamika törvényei nem tételezik fel elemi töltés létezését, vagyis azt, hogy az elektromosság is atomos szerkezetű. Ezek fenomenologikus törvények.

Ilyen vezetési problémák között fontos speciális eset, midőn a részecske sebessége a mindenkorai térerősséggel arányos, vagyis:

$$v = uE. \quad (6)$$

A (6) képletben u állandó szám, és nem vektor, neve: ionmozgékonyság. A (6)-ot (5)-tel összevetve az

$$u = \frac{\sigma}{en} \quad (7)$$

kifejezés állandó. A (6) képlet érvénye az (5) differenciális Ohm-törvény egy még inkább leszűkített esete. Pongyola szóhasználatlalt azt mondhatnánk, hogy ha az ionmozgékonyság állandó, akkor Ohm törvénye érvényes. Ez megtevesztő kijelentés, hiszen az integrális Ohm-törvény pusztán a (7) feltétellel általánosságban biztosan nem érvényes. A $v = uE$ alapján pl. egy négyzetes áram-feszültség karakterisztika, tehát nem lineáris karakterisztika is származtatható, amire a továbbiakban térünk majd rá.

Egyszerűsítő feltevésekkel szilárdtest-vezetőre σ atomi állandókkal kifejezve ilyen:

$$\sigma = \frac{e^2 n \tau}{m} \quad (m: \text{a töltött rész tömege}),$$

ahol τ az ún. relaxációs idő, mely további meghatározásra szorul. E közelítés levezetése a Fermi—Dirac-kvantumstatisztika és a Boltzmann-transzport-egyenlet segítségével valósítható meg. Így az ionmozgékonyság korpuszkuláris adatokkal fejezhető ki.

5. A σ vezetőképesség elemi modellje

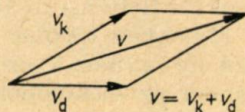
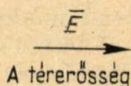
Lássunk most egy ionok okozta elektromos vezetési problémát. Gáztérben semleges atomok, ionok, elektronok együttese van jelen. Ezek végzik termikus mozgásukat, majd erre szuperponálódik egy elektromos tér irányú mozgás.

(A kisülési csőbe nyúló két elektróda hozza létre az elektromos teret.) A tapasztalat szerint ebben az esetben az ionokra és külön az elektronokra fennáll a mozgékonyság állandósága. A valóságban az ionok viszonylag nagy tömege miatt az áramvezetésben túlnyomórészt az elektronok vesznek részt. Nézzük meg, hogyan alapozható meg a konstans ionmozgékonyság. Az ionok mozgása termikus eredetű, és van egy ún. drift-mozgás, sodródási, haladási sebességük. A helyzetet a 2. ábra szerint képzelhetjük.



A^r töltéshordozók
mozgáspályái

2. ábra



v_k : a termikus mozgás átlag-sebessége

v_d : drift-sebesség

Feltételezzük, hogy ütközési ionizáció nincs, így mindig rugalmasan ütközik a kiszemelt ion valamelyik semleges atommal, ha most nem tekintjük a gerjesztéseket. Viszonylag sokkal több a semleges atomok száma, mint a töltött részeké. Két ütközés között az ion λ átlagos szabad úthosszat fut be átlagosan t idő alatt. Meghatározzuk az átlagos vándorlási sebességet (drift). Ehhez kiszámítjuk az előbbi t időt:

$$t = \frac{\lambda}{|v_d + v_k|} \quad (8)$$

A t idő alatt az E térerősség hatására az ion egyenletesen gyorsul, és $at/2$ átlagos sebességgel mozog egy-egy λ távolságon belül. a jelenti az ion gyorsulását: $a = eE/m$. A (8) képlet alapján az átlagos vándorlási — tehát erőter irányú — sebesség:

$$\bar{v} = \frac{eE}{2m} \frac{\lambda}{|v_d + v_k|}. \quad (9)$$

Most több lehetőség kínálkozik. Egyet vizsgálunk.

Ha a termikus mozgás négyzetes átlagsebessége messze túlhaladja az erőterétől származó v_d drift-komponenst, akkor a nevezőben csak v_k marad, és így

$$v = \frac{e\lambda}{2mv_k} E \quad (10)$$

sebességgel mozognak a töltéshordozók. A (6) képlet szerint akkor

$$u = \frac{e\lambda}{2mv_k} \quad (11)$$

a mozgékonyság, ami állandó.

Mód van arra, hogy a σ vezetőképességet most korpuszkuális adatokkal fejezzük ki; ugyanis (7) és (11) szerint

$$\frac{\sigma}{en} = \frac{e\lambda}{2mv_k}; \quad \sigma = \frac{e^2 n \lambda}{2mv_k}. \quad (12)$$

Elemi megfontolással jó közelítő képlet vezethető le a λ szabad úthosszra:

$$\lambda = \frac{1}{\pi N(r_1 + r_2)^2},$$

ahol r_1 és r_2 az ütköző részek geometriai sugara, és N a teljes részecskekoncentrációt jelenti, míg (12)-ben n jelenti a vezetésben részt vevő részecskék koncentrációját, vagyis a töltéshordozókét. Esetünkben ion-semleges atomra $r_1=r_2$, vagy elektron-semleges atomra: $r_1 \sim 0$, r_2 . A v_k sebesség könnyen számítható $f=3$ szabadsági fokú, függetlennek képzelt részekből álló sokaságra:

$$\frac{1}{2} m v_k^2 = \frac{3}{2} kT;$$

ahol k a Boltzmann-állandó és T a gáznak a Kelvin-fokban adott hőmérséklete. A fémekben történő vezetés elemi modellje is állandó mozgékonyssággal számol, de azt nem a sorozatos ütközésekből adódó átlagsebességből alapozza meg, hanem az elektronoknak — feltételezett — sűrűdásos mozgásából.

Az előbbiekből részletezett tértöltéssel mélyebb megvilágításba helyezhetjük a (12) képletben adott korpuszkuláris vezetési modellt. Az ottani n a vezetést képviselő pozitív vagy negatív töltéshordozók térfogati sűrűségét jelenti. Ezek szerint, ha a (12)-beli σ értékkel számolunk, vezetés közben tértöltés jelentkezik még akkor is, ha feltesszük, hogy $n = \text{konst.}$, holott így σ is állandó, lévén, tértöltésnek nem szabadna lennie. A (12)-ben adott modell mégis ellentmondásmentes, mivel az 1. pontban levő levezetés azt követeli meg, hogy $\sigma = \text{konst.}$ esetben $\varrho = 0$ fennálljon, azonban $\varrho = e(n_+ - n_-)$ alakú általánosságban, így $\sigma = \text{konst.}$, ha $n_+ = n_-$, vagyis az ellentétes előjelű töltéshordozók koncentrációja mindenhol a vezetés terében egyenlő nagyságú. Ekkor ugyanis semlegesítik egymást. Ez esetben ellentétes irányban áramló, ellentétes előjelű ionáramok biztosítják a vezetést. Ekkor az összes térfogati töltéssűrűség zérus, ugyanakkor az egyes áramsűrűségek összege lesz az eredő áramsűrűség. Ilyen problémával találkozunk gázok elektromos vezetésekor is, midőn még nincs lavinafolyamat, vagyis ütközési ionizáció, és elég messze vagyunk a telítési áramtól. Ez esetben a feszültség-áram karakterisztika közel lineáris, így az integrális Ohm-törvény érvényes. Az ilyen önállóan vezetést külső ionizátorral hozzuk létre, pl. kisülési csövet egyenletes Röntgen-besugárzásnak vetjük alá. Ekkor a keletkező pozitív és negatív ionok egyenlő számúnak vehetők, így a (12) képlet külön érvényes az elektronokra és külön az ionizált gázatomokra. Az ellentétes előjelű ellentétes irányban áramló töltéshordozók ugyanolyan irányú áramot hoznak létre, és ha az $n\lambda/mv_k$ hányadost egyenlőnek vesszük a pozitív és negatív töltéshordozókra, (12) szerint

$$j = \frac{e^2 n \lambda}{2 m v_k} \cdot E. \quad (12a)$$

A tárgyalt vezetési modell közelítő jellege következtében a (12a) képletben nem lehet a kétfajta ionáram összegével számolni. (A helytől független j -vel dolgoztunk.)

Fémek vezetésénél nem szabad két ellentétes irányban haladó töltéshordozó áramlását feltételezni, mert a rácсионok helyhez kötöttek. Ez esetben a (12) képlet érvényes, melyben n az elektron koncentrációját jelenti. A tértöltés szempontjából $\varrho = 0$ mégis fennáll, mert minden pillanatban a rácсионok és elektronok együttesen semlegesítik egymást. Így $n_- = \text{konst.}$ miatt σ is állandónak vehető. A (12) képlet ez esetben azt juttatja kifejezésre, hogy a vezetésben csak az elektronok vesznek részt.

Dr. Wiedemann László
Fővárosi Pedagógiai Intézet

Kísérletek bemutatása írásvetítővel

I. rész

Az audiovizuális eszközök közül az írásvetítő már nem tartozik a legújabbak közé. Elmondhatjuk, hogy alkalmazása az oktatásban túljutott a kísérleti szakaszon, meglehetősen sok tapasztalat gyűlt össze, amelyek összegezésére is történtek már kísérletek. A tapasztalatok átadása segíthet abban, hogy azok a pedagógusok, akiknek csak most nyílik lehetőségük az írásvetítő alkalmazására, vagy eddig használatától idegenkedtek, kipróbált módszerekből válogatva bekapcsolódjanak a munkába.

Az írásvetítő gyakran emlegetett módszertani előnyei közé tartozik, hogy az órát változatossá teszi, a tanári munkát színesíti, emellett jól megtervezett használat a tanítási óra menetét időben is felgyorsítja. A fizika tanításában demonstrációs kísérletek írásvetítővel való bemutatása ezeket az előnyöket egyesíti, és még további lehetőségeket is magában rejt. A már eredményesen felhasznált kísérletek leírása az alkalmazás terén való előbbre lépésben talán hasznos lehet.

Ebben a munkában a kísérletezés során szerzett tapasztalatok átadását kíséreltem meg a középiskolai fizika köréből vett kísérletek leírásával, sorrendben a tananyagnak a jelenlegi tanterv szerinti elrendezését követve.

A kísérletek leírásánál az írásvetítő használatára vonatkozó alapvető tudnivalókat ismertetnek tételezem fel, ezek hiányában felhívom a figyelmet két alapvető munkára, a Fizika Tanítása 1972. évi 4. és 5. számában dr. Lang Jánosné — dr. Diós József: Az írásvetítő alkalmazása a fizika oktatásában című, az Audio-Vizuális Közlemények 1973. évi 2. számában Szalai József: Írásvetítő anyagok készítése című cikkére.

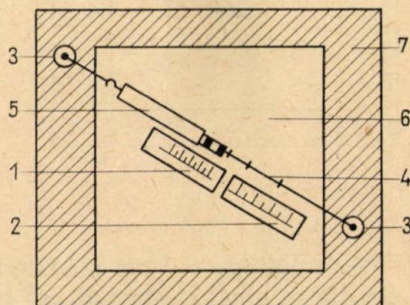
I. Pont, merev test sztatikája

Helyezzünk dinamométert az írásvetítő munkafelületének üveglapjára, legyen a munkafelület élesre állítva. A dinamométer árnyékképe szépen kirajzolódik. Megfigyelhető, hogy a munkafelület feletti 2—3 cm magasságú térrészben levő tárgyak árnyékképe még nem mosódik el.

A rugós erőmérőhöz kössünk gumiszálát, amelyen két jelet helyeztünk el. A dinamométert a gumiszál közvetítésével fokozatosan megnyújtva igen tanulságosan végezhetjük el a gimnázium II. osztálya számára készült tankönyv 35—36. oldalán leírt mérési feladatot.

Az 1. ábra felülnézetben mutatja az elrendezést. A dinamométerskálát (1) és a centiméterskálát (2) előzetesen rajzoltuk fóliacsíkra. Ezek a munkafelületen (6) szabadon elmozdíthatók, így a kivetített képen a mérési adatok gyors és pontos leolvása válik lehetővé. Centiméterskála céljából egyszerű műanyag vonalzó igen jól megfelel.

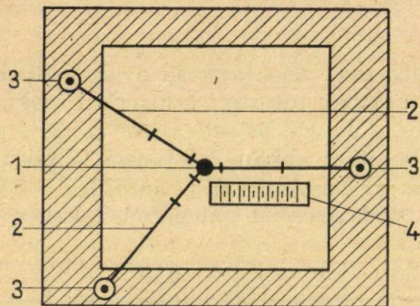
A tartóknak (3) a munkafelület keretén (7) való elmozdítása egyszerű módon teszi lehetővé a fokozatos megnyújtást, a skálákat az új elrendezésnek megfelelően ugyancsak elcsúsztatjuk a megfelelő új helyzetbe. A kísérleteket Meotár írásvetítővel végeztem, ehhez az Apolda mechanikai építő mágneses tapadókorongokkal ellátott tartói (3) céljára egyszerűen megfeleltek. Javasolható még fából készült 30×26 cm területű keret, melynek oldalán a tartókat helyettesítő más megoldás



- 1 — skála a dinamométerhez
- 2 — centiméterskála
- 3 — elmozdítható tartók
- 4 — gumiszál két gyűrűvel
- 5 — dinamométer
- 6 — az írásvetítő munkafelülete
- 7 — a munkafelület kerete

1. ábra

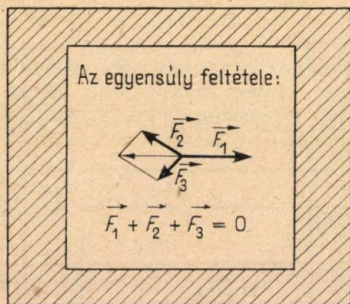
— lyukak, akasztóhorgok stb. — könnyen elkészíthető. Az igen elterjedt Polylux írásvetítő vagy a Videoscop használata esetén a mágneses korongok különben sem alkalmazhatók. A további kísérletekhez a 2—3 cm magasságban történő rögzítés lehetőségére szükség van.



1. — a vizsgált test
2. — gumiszál két gyűrűvel
3. — tartók
4. — centiméterskala

2. ábra

A kísérlet elvégzésekor a gumiszálak nyújtatlan helyzetében beállítjuk a két gyűrűvel ugyanazt a távolságot, célszerűen 2 centimétert. Ezután összeállítjuk a 2. ábra szerinti elrendezést. A centiméterskala — műanyagvonalzó — segítségével leolvassuk a gyűrűk távolságát az egyensúlyi helyzetben, majd az észlelt megnyúlásokat táblázatba foglaljuk.



3. ábra

Végezetül egy további módszertani körülményre szeretném felhívni a figyelmet. Ha az adott esetben az erő és a megnyúlás kapcsolata lineáris, vagy jó közelítéssel annak vehető, erőskalánkat legcélszerűbben úgy választhatjuk meg, hogy a centiméterben mért megnyúlás mérőszámát az erő mérőszámával választjuk. Meggyőző kísérletünkben, hogy az ilyen önkényesség a fizikai törvények érvényesülésének kvantitatív vizsgálatánál megengedhető.

A merev test egyensúlyi állapotának vizsgálata módszertani szempontból a középiskolai fizikatanítás egyik leggyengébb pontja. Ennek legfőbb oka az, hogy a tananyag felépítésében messze megelőzi a dinamikai vizsgálatokat, így például az erópár vonatkozásában szinte leküzdhetetlen didaktikai nehézségek adódnak.

Három, nem párhuzamos erő hatása alatt álló test egyensúlya írásvetítős kísérlet elvégzésével igen szépen demonstrálható. A kísérlethez, melyet — ugyancsak felülnézetben — a 2. ábra szemléltet, három gumiszál dinamométerre van szükség. Megemlítem, hogy az első próbálkozásokat a kereskedelemben kapható 250 pondos műanyagházas erőmérőkkel végeztem, ez a megoldás is javasolható. A kísérlet során ilyenkor kissé zavaró, hogy az erőmérőkben fellépő súrlódás következtében az egyensúlyi helyzet nem egyértelmű, míg gumiszálak alkalmazása esetén a test visszatér kiindulási helyzetébe, ha kissé elmozdítjuk. Felmerül másrészt, hogy a gumiszál nem lineáris törvény szerint nyúlik meg. Ezt korrekcióba vehetjük, de el is hanyagolhatjuk aszerint, hogy a következőkben milyen módon használjuk fel a kísérletet az oktatási folyamatban.

Érdekes lehet még a gumiszálak által bezárt szögek leolvasása. Legegyszerűbb műanyag szögmérőt helyezni a munkafelületre de ennek hiányában magunk is készíthetünk szögmérőt fóliára.

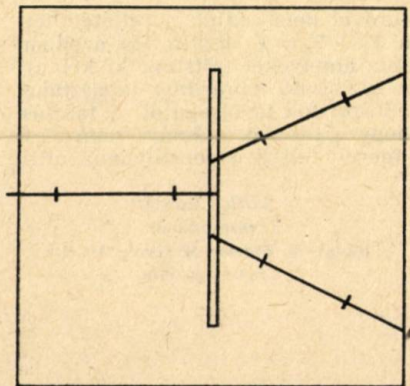
A tartók közül valamelyiknek a kereten történő elmozdítása igen gyorsan teremt új elrendezést. Az óratervben például célul tűzhetjük ki több mérési adat alapján törvényszerűség megállapítását.

Más megoldás lehet, hogy csak egyetlen elrendezést vizsgálunk, de előre elkészítünk egy segéd-fóliát a 3. ábra szerint.

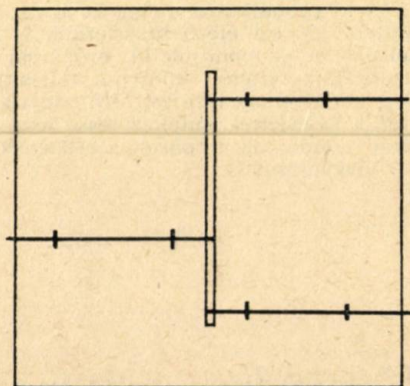
Az óra menetében a megfelelő helyen a segéd-fóliát a valóságos elrendezés alá csúsztatjuk. Ezzel a megoldással folyamatában érzékeltethetjük azt az absztrakciós folyamatot, melynek során a matematikai eszközök köréből a vektor fogalmát felhasználva megteremtjük az erővektor fizikai fogalmát.

A másik zavaró körülmény, hogy a tankönyvek szinte kizárólag azokra a kísérleti eszközökre építenek, amelyeket hagyományosan használ a fizikatanári gyakorlat. A nehézségi erő miatt ezek az eszközök tengellyel vannak rögzítve, így szinte kivétel nélkül alkalmatlanok arra, hogy bizonyos törvényszerűségeket demonstráljanak. Példaként talán elegendő a II. osztályos tankönyv 97. oldalán a 101. ábrára és a kapcsolódó kísérletekre utalni.

Az írásvetítő olyan egyszerű kísérleti eszközt ad kezünkbe a merev test egyensúlyának vizsgálatára, amelynek alkalmazásával igen jó megfigyelési körülmények között a vizsgált törvények teljes tisztaságban demonstrálhatók. Az eddigieken kívül egy 15–20 cm hosszúságú elég merev pálcára van szükségünk. A három alapösszeállítást a 4., 5. és 6. ábrák mutatják.



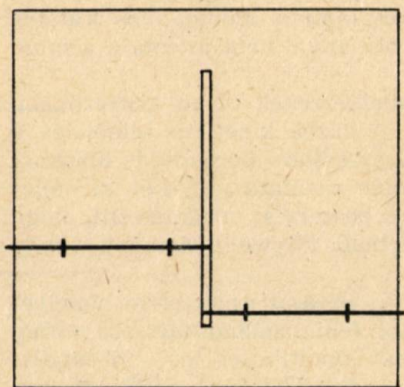
4. ábra



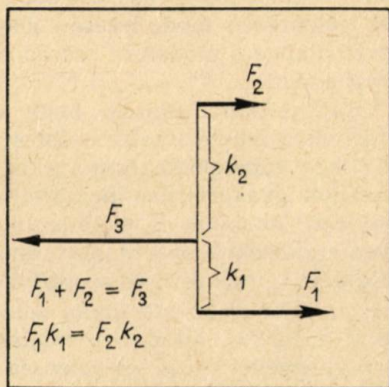
5. ábra

A 4. ábra szerint végzett kísérlet a három, nem párhuzamos erő egyensúlyának feltételét mutatja új oldalról: a hatásvonalak tetszés szerinti elrendezésben egy pontban metszik egymást. Ezzel még nem merítettük ki a lehetőségeket, hiszen ha a 4. ábrát összevetjük Budó Ágoston: Kísérleti fizika I. tankönyv 31.4 ábrájával, láthatjuk, hogy kíséreltünk további fizikai tételek demonstrálását is lehetővé tesz.

Az 5. ábra szerint kiemelkedő fontosságú mérőkísérletet végezhetünk. Keressük annak feltételét, hogy különböző geometriai elrendezések és különböző hosszúságú gu-



6. ábra



7. ábra: Segédfolia az 5. ábra szerinti elrendezéshez

miszálak alkalmazása esetén a pálca és a gumiszálak merőlegesen legyenek egymásra. A 7. ábra szerint elkészített segéd fólia felhasználásával lehetőség nyílik a forgatónyomaték fogalmának elmélyítésére, esetleg éppen bevezetésére. A pálca vonatkozásában az osztály egészének bevonásával végezhetjük el az egyensúly feltételének vizsgálatát.

A 6. ábrán két gumiszálát alkalmazunk. Ezeket úgy helyezzük el, hogy csak a szálak megnyújtásával legyen megvalósítható az előző kísérletben is megkívánt merőlegesség. Például, ha a pálcát az A pontban ható erővel akarjuk a kívánt helyzetbe hozni, akkor jobbra mutató meghatározott nagyságú F erőt kell alkalmazni. Legegyszerűbben úgy juthatunk ilyen elrendezéshez, ha az előző kísérletben alkalmazott három gumiszál közül egyet eltávolítunk, például azt, amelyik az F_2 erőt fejtette ki a pálcára.

Keressük most annak a feltételét, hogy a pálca a megmaradt két gumiszálra merőlegesen helyezkedjék el, de ezen két gumiszál által a pálcára kifejtett erők egyenlő nagyságúak legyenek!

Rövid próbálkozás meggyőz arról, hogy egyetlen erővel nem tudjuk a feltételt teljesíteni, de ezt előző kísérletünk is mutatja éppen $F_1 + F_2 = F_3$ miatt. Ha azonban két erővel — mondjuk ki: erópárral — próbálkozunk, amelyeket fejtünk ki két ujjunkkal, a feltételt könnyen teljesíthetjük. Rögtön kialakuló empirikus tapasztalat, hogy az általunk kifejtett erő nagysága függ a támadáspontok távolságától. A tanítási órát a kísérlettel emlékeztetessé téve remélhetjük, hogy a tanulók számára nem okoz majd gondot az erópárok szerepének megértése a merev testek egyensúlyának átlagos tárgyalásakor.

Tóth László

vezető tanár

Budapest, Fazekas M. Gyak. Ált. Isk.
és Gimnázium

Háromdimenziós modell a gázok kinetikus elméletének tanításához

Az általános és középiskolai tanulók életkori sajátosságai, valamint szakdidaktikai megfontolások indokolták, hogy a természettudományos tanulói megismerésnek mind a fenomenológikus, mind a modellezéses oldalát egyaránt fejleszteni kell. A jelenleg érvényben levő tankönyveinkben — a pszichológiai megfontolások ellenére — elsősorban mégis a jelenségcentrikus, definíciókra épülő fenomenológikus leírásmód érvényesül. A napjainkban egyre erőteljesebben jelentkező modellezésen alapuló megismerés (ami a tudományos kutatás egyik alapvető módszere századok óta) minden bizonnyal nem jut majd a múlt dívat sorsára.

Vitathatatlanul fontos, hogy az iskolák rendelkezzenek olyan eszközökkel, amelyek a lehető legsokrétűbben használhatók. A gázok kinetikus elméletét, s az ehhez kapcsolódó törvényeket kvalitatíve jól modellező berendezés Magyarországon gyakorlatilag hozzáférhetetlen az iskolák számára (egy-két kivételes helyzetű iskolától és egyetemtől eltekintve). A beszerzést megnehezíti, hogy ilyen eszközöket csak nyugati tanszergyárak (Leybold, Phywe) gyártanak, s még valutáért is csak drágán szerezhetők be.

Az alábbiakban egy olyan demonstrációs eszköz leírását ismertetem, amelyet mind a fizika-, mind a kémiatanár egyaránt jól felhasználhat tanítása során, és segítségével egész sor jelenség, törvény — akár kvantitatíve is — jól modellezhető. Természetesen az eszköz csak az „élő” gázkísérletekkel párhuzamosan használható kellő hatékonysággal. (A TANÉRT gyártmányú golyós szimulátorhoz képest — sok más előnye mellett — az eszköz erénye, hogy a jelenségeket

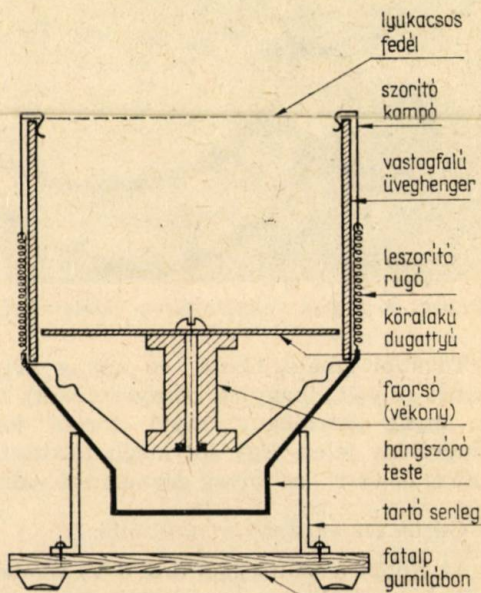
három dimenzióban teszi szemléletessé, s írásvetítő vagy vetítőberendezés használatát sem feltételezi. A házi előállítás költségei egyedi példányonként sem haladják meg a 400 forintot.)

Az eszköz felépítése

Egy 3,5 W-os hangszóró membránjának közepéhez ragasztással erősített könnyű fahengerhez rögzítsünk kb. 0,3 mm vastag alumínium lemezből kivágott dugattyút. A hangszóró belső pereméhez jól illeszkedő üveghengert rugókhöz csatlakozó bilincsekkel erősítsük a hangszóróhoz. Az üveghenger tetejét lyukacsos, peremes körlemezzel tegyük lezárhatóvá. Az így elkészített „rázógépet” egy 6 V, 1 A-es transzformátorral hozhatjuk működésbe egy kb. 60 ohmos, 10 wattos potenciométer segítségével.

A demonstrációs eszköz metszete az 1. ábrán látható. (A méretezésnél egyetlen lényeges dologra kell tekintettel lenni: a vékony alumínium dugattyú tömegét úgy kell megválasztani, hogy az egész rezgő rendszer rezonancia-frekvenciája jó közelítéssel 50 Hz legyen. A dugattyú tömege számítással is megadható, de egyedi gyártásnál a próbálgatás célravezetőbb. A dugattyú tengelyének hosszát célszerű úgy megválasztani, hogy a dugattyú és a hangszórómembrán között 1–2 cm légrés maradjon. Ellenkező esetben a dugattyú mozgását az erős légszippítás lefojtja, vagy a dugattyú kopogni fog. Hasonló okok miatt kell a zárófedeleet is lyukacsosra készíteni. A lyukak átmérője feltétlenül kisebb legyen, mint a könnyű golyók átmérője, ellenkező esetben a gázmolekulákat modellező golyók a lyukakon kirepülnek. A dugattyú tömegének méretezését elkerülhetjük, ha a maximális amplitúdójú meghajtáshoz szükséges rezonancia-frekvenciát hanggenerátorról visszük. Ebben az esetben is célszerű a dugattyú tömegét kicsire választani, mert a nagytömegű dugattyú könnyen leszakadhat a hangszóró közepéről. Úgyelni kell arra, hogy a dugattyút feltétlenül a súlypontjában erősítsük fel, mert ellenkező esetben a rezonancia-frekvencián a dugattyú felületén zavaró állóhullámok keletkeznek.)

Modellgolyókként jól használhatók a játékboltokban kapható gyermekszámológép golyói, de hungarocell golyókkal is elvégezhető valamennyi modellkísérlet. A statisztikus jelenségek kvantitatív kiértékelését megkönnyíti, ha kísérleteinkben pontosan 100 darab golyót használunk. (A kísérletek kvantitatív kiértékelésében szükséges ismerni a golyók tömegét. Ilyen méretű golyók esetén a levélmérleg kielégítő pontosságú műszer.)



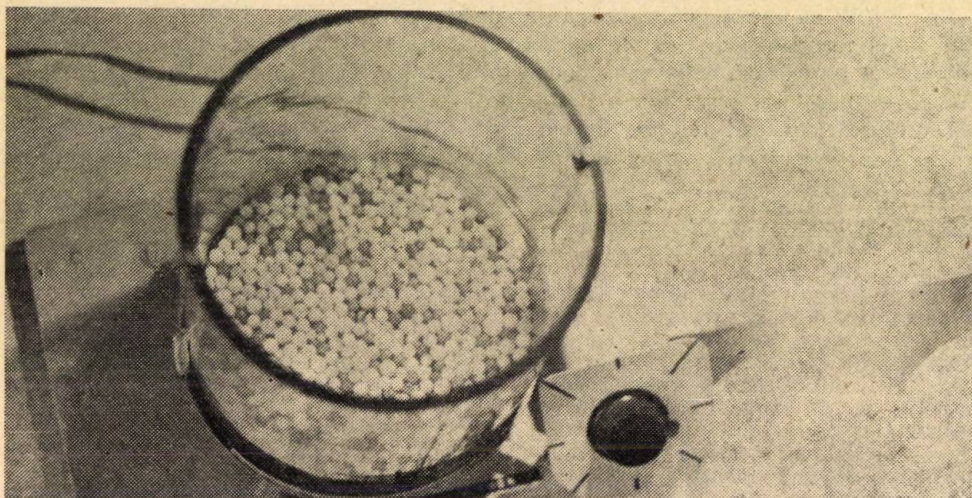
1. ábra: A gép metszete

Az eszköz segítségével végezhető néhány kísérlet rövid leírása

1. Fázisátmenetek

Töltsünk annyi golyót az üveghengerbe, hogy a dugattyú felületét teljesen lefedje. Ebben az esetben a golyók véletlen elrendeződése mindig olyan, hogy a dugattyú felületén jól megfigyelhető (két dimenzióban) a „kristályos” rend. Véletlenszerűen mindig találhatók az elrendeződésben rácshibákat modellező vakanciák, vakancia-többsékek is. A szilárd anyagot modellező — rácshibákat is tar-

talmazó — elrendeződést kezdjük el „melegíteni”. (A hőmérséklet változását feszültségváltoztatással modellezzük.) Megfigyelhető, hogy a színes golyókkal kitüntetett rácspontok egyre nagyobb amplitúdóval végzik szabálytalan vibrálását, miközben a modellen a rácshibák is kitemperálódnak (hőkezelés hatása!), s a legsűrűbb illeszkedésű hatszöges elrendeződés jelentkezik (2. ábra).

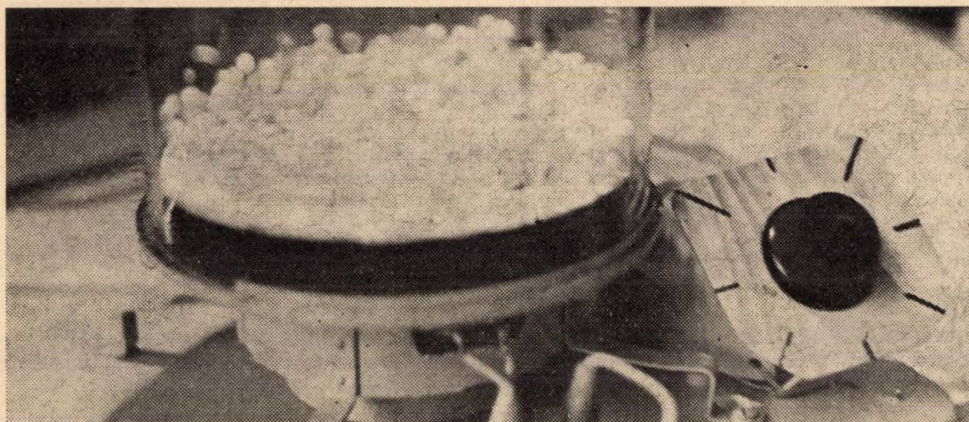


2. ábra: A golyók véletlen elrendeződése „rácshibákkal”

További „melegítéssel” az anyag képlékennyé, majd folyékonnyá válik (a színes golyók elhagyják környezetüket). A feszültséget („hőmérsékletet”) emelve, az anyag „párologni”, majd „forrni” kezd, amelyet a golyók egyre hevesebb kiugrálása jelez. Egy jól meghatározott energiaszinten (feszültség) az egész anyag „elforr”, az anyag gázneművé válik (3. ábra).

2. Gázok terjengőssége (térkitöltés)

Az előbbi feszültséggel (kb. 6 V) rendezetlen mozgásba hozott golyók fölé helyezzünk egy lyukacsos, nyéllel ellátott dugattyút. A dugattyú tologatásával jól demonstrálható, hogy a gázok kitöltik a rendelkezésre álló teret.



3. ábra: Meghatározott hőmérsékleten az anyag forrni kezd

3. Brown-mozgás modellezése

Helyezzünk a kis golyók közé egy kb. 2 cm átmérőjű hungarocell golyót. (A nagyobb méret ezen golyót a golyósokasághoz képest kitünteti, „lomha” mozgása szemmel nyomon követhető.) A nagyméretű golyót a kis golyók ütközése szabálytalan, rendezetlen mozgásba hozza.

4. Boyle—Mariotte törvény modellezése

Gerjesszük a hangszórómembránt állandó feszültséggel, ami modellünkben az állandó hőmérsékletet jelenti. Készítsünk 2 db, az üveghengerbe jól illeszkedő, lyukacsos hungarocell dugattyút, s az egyiket helyezzük a hengerbe a golyók fölé. A lineárisan beskálázott üveghengeren leolvasható a viszonylag állandó gáztérfogat. (A kis ingadozás az időegységenként bekövetkező kisszámú ütközés miatt van.) Az állandó p nyomás a dugattyú súlyából származik. Helyezzük a másik dugattyút az előző fölé. Így a külső nyomást kétszeresére növeltük. A hengeren jól leolvasható, hogy a „gázgolyók” térfogata az eredeti felére csökken:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

5. Gay—Lussac törvények modellezése

Az előző kísérletben a feszültséget (hőmérsékletet) változtatva, kvalitatíve jól megfigyelhető, hogy állandó külső nyomás mellett a „gáz” térfogata és „hőmérséklete” között jól meghatározott kapcsolat van: $V/T = \text{áll.}$

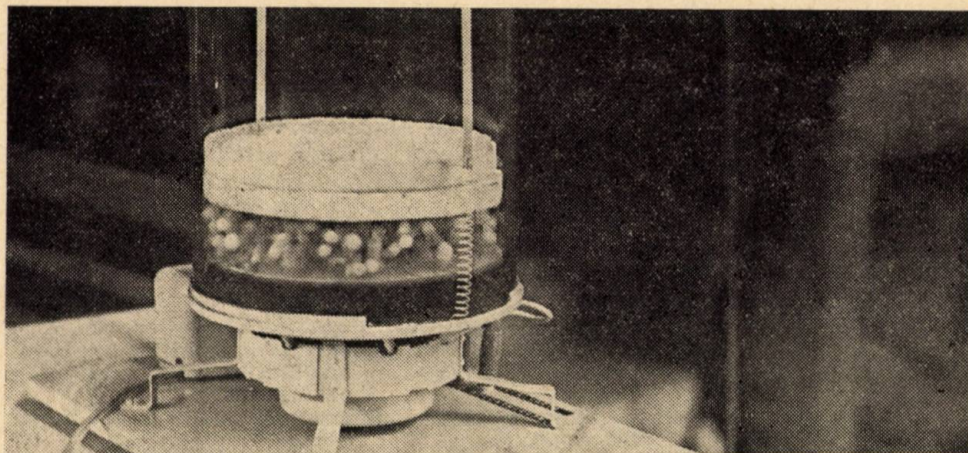
(A kísérlet kvantitatíve is kiértékelhető, amely jó analógiát szolgáltat a hőmérsékletfogalom statisztikus mechanikai kialakításához: $T \sim E$ mozgási.)

Az állandó térfogaton vett állapotváltozás modellezése változó hőmérséklet (feszültség) esetén több ilyen könnyű dugattyú alkalmazásával szintén elvégezhető:

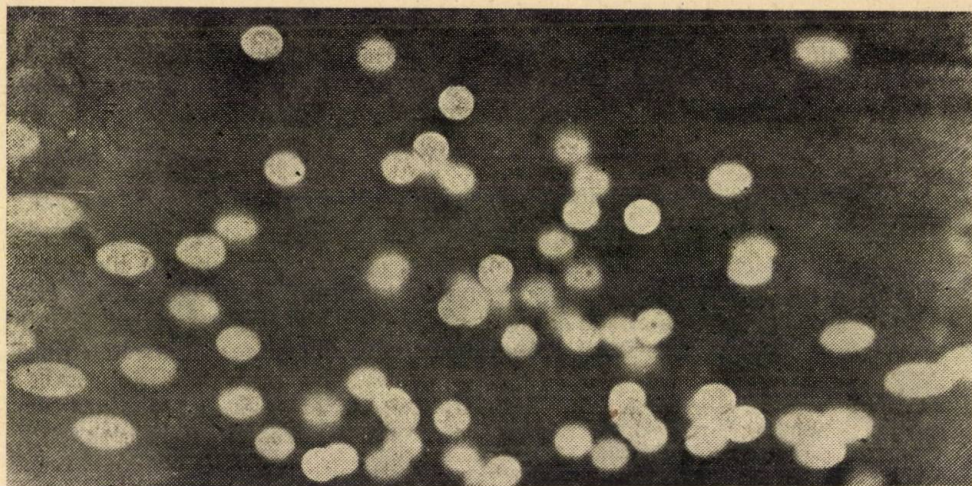
$$V = \text{áll.} : p \sim T : p/T = \text{áll.}$$

6. Exponenciális eloszlás a légkörben

Lezárt üveghengerrel üzemeltessük az eszközt olyan feszültségen, hogy néhány golyó éppen elérje a kb. 20 cm magas henger tetejét. Az eloszlási képet már a látottak is sugallják.



4. ábra: Kétszeres külső nyomás esetén a gáz térfogata felére csökken



5. ábra: „Árnykép” az exponenciális eloszlás és a sebesség eloszlás felvételéhez

Ha vörös fénnel megvilágított, besötétíthető teremben végezzük a kísérletet, s probléma kvantitatív kiértékelésébe az egész osztály bevonható. A henger falához szorított fotópapírra villantsunk rá vakuval vagy reflektorral, majd hívjuk elő és fixáljuk az árnyképet (5. ábra). Két-három perc alatt nyolc-tíz ilyen fotó készíthető. Lineárisan bevonalkázott fóliával takarjuk le a fotókat, s számoljuk el az egyes sávokban tartózkodó golyókat! (A golyók száma és a sűrűség között lineáris kapcsolat van.) Ábrázoljuk a sűrűséget a magasság függvényében! A kapott kép exponenciális függvény képe.

7. Részecskék sebességeloszlása állandó hőmérsékleten (Maxwell-féle sebességeloszlás)

Az 5. pontban kvalitatíve megállapított kapcsolat ($T \sim E_m$) azt sugallja, hogy adott (állandó) hőmérsékleten az ideális gáz valamennyi részecskéje közel azonos sebességgel (mozgási energiával) mozog. Kiszámú (100 db) golyó esetén a golyók egymással történő ütközése nem számottevő, így a függőleges hajítás magassága csak a dugattyútól nyert impulzus (kezdősebesség) függvénye.

Ha a 6. kísérletben leírt fóliát négyzetes léptékben skálázzuk ($h \sim v^2$) s leszámoljuk az egyes sávokban tartózkodó golyókat, könnyen ábrázol(tat)hatjuk a Maxwell-féle sebességeloszlási görbére emlékeztető függvényt. (Természetesen — magasabb osztályokban, kellő matematikai apparátus birtokában — az exponenciális légköri eloszlás integrálásával egzakt módon is előállítható a maxwell-eloszlási függvény. Nagyobb feszültségen — ami modellünkben magasabb hőmérsékletet jelent — a görbe a nagyobb sebességek felé eltolódik, s kissé belapul.) A kapott görbe elemzésével egy sor statisztikus mechanikai törvényszerűség szemléletes értelmet nyer (pl. párolgás jelenségének értelmezése, ekvipartíció törvénye).

Ha az eszközt hátulról fénycsővel megvilágítjuk, a villogás stroboszkóp hatása a dugattyú mozgását leállítja. Ha az iskola stroboszkóplámpával is rendelkezik, egyszerűen megmutatható, hogy egyetlen frekvencián sem állítható le a golyók mozgása: a mozgás valóban rendezetlen!

(Az eszköz a XVIII. Országos Középiskolai Fizikatanári Ankét és Eszközkiaállításán az Oktatási Minisztérium I. díját nyerte el.)

Újj János
József Attila Gimnázium
Budapest

Középiskolai tanári ankét Nyíregyházán

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat — az Oktatási Minisztérium és az Országos Pedagógiai Intézet támogatásával — az 1975. évi Országos Középiskolai Fizikatanári Ankétot és Eszközkiállítást 1975. április 5—7-én Nyíregyházán rendezte meg. Az ankét vendéglátója, a Tanárképző Főiskola, és a Társulat helyi csoportja gondos szervezéssel biztosította a több száz résztvevő megfelelő elhelyezését, jó ellátását és kiváló feltételek megteremtésével járult hozzá a tanácskozás sikeréhez.

Az ankét programját *Margócsy József* főigazgató nyitotta meg. Bevezető szavaiban hangsúlyozta, hogy közel két évtizede hagyományosan megrendezésre kerülő Középiskolai Fizikatanári Ankétok sorában különös jelentősége van az 1975. évinek, mert egybeesik hazánk felszabadulásának 30. évfordulója ünnepségeivel, tartalmában pedig segítséget kíván nyújtani az oktatás korszerűsítése érdekében folyó széles körű munkálatokhoz: a középiskolai fizikatanítás tantervi és módszertani továbbfejlesztéséhez.

Az ankéton elhangzott előadások és a viták az eszközkiállítás a *mechanika* témakörét és iskolai tanításának módszertani kérdéseit ölelték fel. *Jánossy Lajos* akadémikus előadásában a fizikatanítás és a matematika tanításának összehangolásával kapcsolatban mutatott rá néhány fontos elvi és módszertani kérdésre, hangsúlyozva, hogy a két tantárgy tanításának jobb összehangolása nemcsak a tanítás hatékonyságának fokozása szempontjából sürgető gyakorlati szükségesség, hanem elengedhetetlenül fontos a tanulók helyes szemléletének, természettudományos világképének kialakításához is. A mechanika tanításával kapcsolatos legalapvetőbb kérdésekkel foglalkozva kiemelte, hogy az erő fogalmának bevezetési módja körül zajló módszertani vita hasznos ugyan a fogalom tartalmának tisztázása szempontjából, de károsan szélsőséges álláspontokra is vezethet, ha megfelelkezünk arról, hogy pl. az erő fogalma is több „tulajdonságot”, tartalmi jegyet hordoz magában, és a természet egysége éppen abban mutatkozik meg, hogy e különböző „tulajdonságok”, hatások ugyanazzal a fogalommal jól jellemezhetők, ellentmondások nélkül.

Az első délelőtti programjában következő előadóként *Dede Miklós* Newton eredeti művének tartalmát elemezve a newtoni erőfogalom lényeges elemeit domborította ki, majd ezt követően *Holics László*, a sztatikai és dinamikai erőfogalom kialakításával kapcsolatos módszertani problémákról, illetve a mechanika tanításának felépítéséről fejtette ki véleményét.

Délután vitafórum keretében mondhatták el a résztvevő tanárok a mechanika tanításával kapcsolatos problémáikat, véleményüket, majd a Szabolcs-Szatmár megyei tanárok és a társulat vezetői találkozáján a megye sajátos oktatási gondjairól esett szó. Egyidejűleg az eszközkiállítás megnyitására került sor, amelyet a főiskola több előadótermében szervezett kísérleti bemutatások követtek. A nap programját az Illusztráció c. film megtekintése, illetve számos jóhangulatú kártyás — műsoron kívüli — vidám esti társas összejövele zárta.

Az ankét második napján *Ronyecz József*, a szakközépiskolai mechanikatanítás problémáiról; *Tasnádi Péter* „Fizikai problémák álmegoldásai” címmel; *Demény András*, a mechanikai kísérletek célszerű alkalmazásáról; és *Skrapits Lajos*, a mechanikatanítás néhány makacs elvi hibájáról tartott rövid előadást, amelyet igen élénk vita követett. Délután *Dézsai Zoltánné*, a középiskolai mechanikatanítás terén folytatott kísérletének tapasztalatairól, *Horváth Farkas*, az ötödik osztályos fizikaoktatási kísérletről számolt be, és *Vasváry Zoltán*, az általános iskolai mechanika tanítására vonatkozó elképzelést vázolta. A délutáni program ugyancsak vitafórummal fejeződött be.

A második nap rövid előadásai és azok nyomán a kialakult heves viták, a szünetekben folytatódó beszélgetések jól mutatták, hogy a gyakorló fizikatanárok érdeklődését a hosszabb lélegzetű, elvontabb fejtegetésekkel telített előadások helyett sokkal jobban felkeltik azok, amelyek a mindennapi tanári munka konkrét problémáihoz — akár részkérdéseihez — kötődve hívják fel a figyelmet a beidegzett tanítási eljárások sokszor szemléletrontó hibáira, vagy e konkrét problémák, példák szakmai hátterének felvillantásával adnak tanácsot a tanítási módszerek fejlesztéséhez, váltanak ki igényt a tanároknál korábbi ismereteik felújítására, szokott módszereik újragondolására. Az elhangzott előadások nyomán például kiderült, hogy a mechanika tanításában a kétségtelenül „centrális” jelentőségű erőfogalom, és annak tanítási problémái mellett még sok tennivaló van pl. az energia, impulzus, impulzusnyomaték, illetve a munka, forgatónyomaték stb. fogalmak kialakításának — és a kapcsolódó tételek, megmaradási tételek tanításának — helyes módszereit illetően is.

A második nap programja a résztvevők társasvacsorájával zárult.

Az ankét harmadik napján *Balázs Béla*, az égi mechanika témaköréből, *Vermes Miklós* pedig a relativitáselmélet alapjelenségeinek a tanítás szempontjából érdekes vonatkozásairól tartott előadást. Ezt követően kitüntetések átadására és a kiállítás díjainak kiosztására került sor, majd az ankétot a déli órákban *Csikai Gyula* professzor, a Kossuth Lajos Tudományegyetem Természettudományi Karának dékánja zárta be.

Az Országos Fizikatanári Ankétok hagyományainak megfelelően, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Elnöksége 1975-ben *Mikola-díjban* részesítette *Dézi Zoltánné* és *Hargitai Sándor* fizikatanárokat kiemelkedő tanári munkájukért és a fizikatanítás érdekében kifejtett tevékenységükért. Ugyancsak a fizika oktatása érdekében kifejtett kiemelkedő tevékenységükért az Eötvös Loránd Fizikai Társulat javaslatára az oktatási miniszter az *Oktatásügy Kiváló Dolgozója kitüntetésben* részesítette *Károlyházi Frigyes* egyetemi tanárt és *Kelemen László* vezetőtanárt.

Az ankétához kapcsolódó fizikai eszközkiállítás évről évre gyarapodó anyagát ismerve is örömmel tapasztalhattuk a nyíregyházi eszközkiállítás gazdag anyagát, és a kiállított eszközök színvonalát. A kiállítás arról tanúskodott, hogy számos iskolában sok fizikatanár céltudatos munkát végez fizikai kísérleti eszközök tervezésével és kivitelezésével, tanulói kísérleti eszközsorozatok elkészítésével. Ez az áldozatos tanári munka az adott iskola tanulói, a közeli iskolák tanárai, és — a kiállítás révén — az ankét résztvevői számára igen sok hasznos eredményez. Sajnálatos azonban, hogy a kiállításokon évről évre bemutatott kísérleti eszközök, ötlet, eljárás csak a tanárok „manufaktúrája” útján gyümölcsözhet, mert taneszközugyártásunk csak elvétele hasznosítja azokat országos igény kielégítésére.

A kiállításon résztvevő tanárokat a bemutatott kísérleti eszközökért az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, az Oktatási Minisztérium és a Nyíregyházi Városi Tanács által adományozott díjakkal jutalmazta a Bíráló Bizottság. Az eszközkiállításon *I. díjban* részesült: *Holics László*, *Ronyecz József*, *Simon László*, *Újj János*. *II. díjat*: *Bakányi Márton*, *Horváth Vilmos*, *Jurisits József*, *Kocsis Vilmos*, *Schwahofer Gusztáv* és *Sinkó Pál* nyerte el. *III. díjban* részesült: *Csekő Árpád*, *Pál László*, *Szabó Gábor*. Számos további kiállító dícsérő oklevelet kapott.

Bízunk benne, hogy a XVIII. Országos Középiskolai Fizikatanári Ankét és Eszközkiállítás — a korábbiakhoz hasonlóan — valamennyi résztvevő számára hasznos tapasztalatokat nyújtott, és hatása a fizika eredményes tanítása, diákjaink szemlélete és tudása szempontjából nem múlik el nyomtalanul.

Soós Károly

Dr. Segner János András szobrának leleplezése Debrecenben

Lapunk olvasói előtt ismert Segner neve az általa felfedezett vizikerékről (Segner kerék), ami miatt az utókor őt a „turbina atyjának” nevezte el. Segner pályafutását debreceni városi fizikusként kezdte el, innen indult a világhír felé a jénai, a göttingai és a hallei egyetemi katedrákon át. Hazánkban a turbinákat a Ganz-MÁVAG és a Láng Gépgyár gyártja, hol emlékét híven őrzik. — A Segner ügy védnöke az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület. Elnöke dr. Lőrinc Imre nehézipari államtitkár avatta fel 1974. október 5-én Segner szobrát a debreceni Orvostudományi Egyetem parkjában, s ő mondta a megnyitó beszédet is. A szoboravatásra eljöttek Halle város és egyeteme képviselői is. Emlékét tisztelve koszorúzták meg a szobrát tudományos egyesületeink, a Debrecen Városi Tanács képviselői, a hallei küldöttség vezetője dr. Wolfram Kaiser professzor, az egyetem rektora és tanárai és számos társadalmi szerv és vállalat. Az ünnepség teljes részletes ismertetése az *Energia és Atomtechnika* c. tudományos lapban jelenik meg, melyet tanáraink, iskoláink figyelmébe ajánlunk.

Dr. Kasparek Lászlóné
Budapest



Ajánlott szakirodalom

Budó Agoston: Kísérleti fizika I. (Rsz.: 4292/I.) Kötve: 61,— Ft

Budó Agoston: Kísérleti fizika II. (Rsz.: 4292/II.) Kötve: 49,— Ft

Dér—Radnai—Sós: Fizikai feladatok I. (Rsz.: 8140/I.) Fűzve: 29,50 Ft

Dér—Radnai—Sós: Fizikai feladatok II. (Rsz.: 8140/II.) Fűzve: 27,— Ft

Fizikai példatár középiskolásoknak

Párkányi László: Mechanika I. (Rsz.: 29 203/I.) Fűzve: 6,— Ft

Párkányi László: Mechanika II. (Rsz.: 29 203/II.) Fűzve: 7,— Ft

Párkányi László: Mechanika III. (Rsz.: 29 203/III.) Fűzve: 5,50 Ft

Párkányi—Tasnádi: Mechanika IV. (Rsz.: 29 203/IV.) Fűzve: 6,50 Ft

Dr. Némédi István: Asztronautika (Rsz.: 29 203/V.) Fűzve: 8,— Ft

Holics László: Elektrodinamika I. (Rsz.: 29 203/VI.) Fűzve: 7,— Ft

Kovács Mihály: Néhány kibernetikai játékgép

(Rsz.: 29 184) Fűzve: 11,50 Ft

Dr. Lang Jánosné—dr. Diós József: Oktatási programok
a fizika tanításához I.

(Rsz.: 52 632/I.) Fűzve: 21,— Ft

Tihanyi Ferenc: Tanári kézikönyv a dolgozók általános
iskolája 7—8. osztályos fizika tanításához

(Rsz.: 91 411) Fűzve: 6,50 Ft

Dr. Varga Lajos: Tanulói kísérletezés a fizika
tanításában

(Rsz.: 52 558) Fűzve: 18,50 Ft

Most jelent meg

Holics László: Fizikai példatár középiskolásoknak

Elektrodinamika II.

(Rsz.: 29 203/VII.) Fűzve: 9,50 Ft

Beszerezhetők, illetve előjegyezhetők a

KÖNYVESBOLTOKBAN

A

5

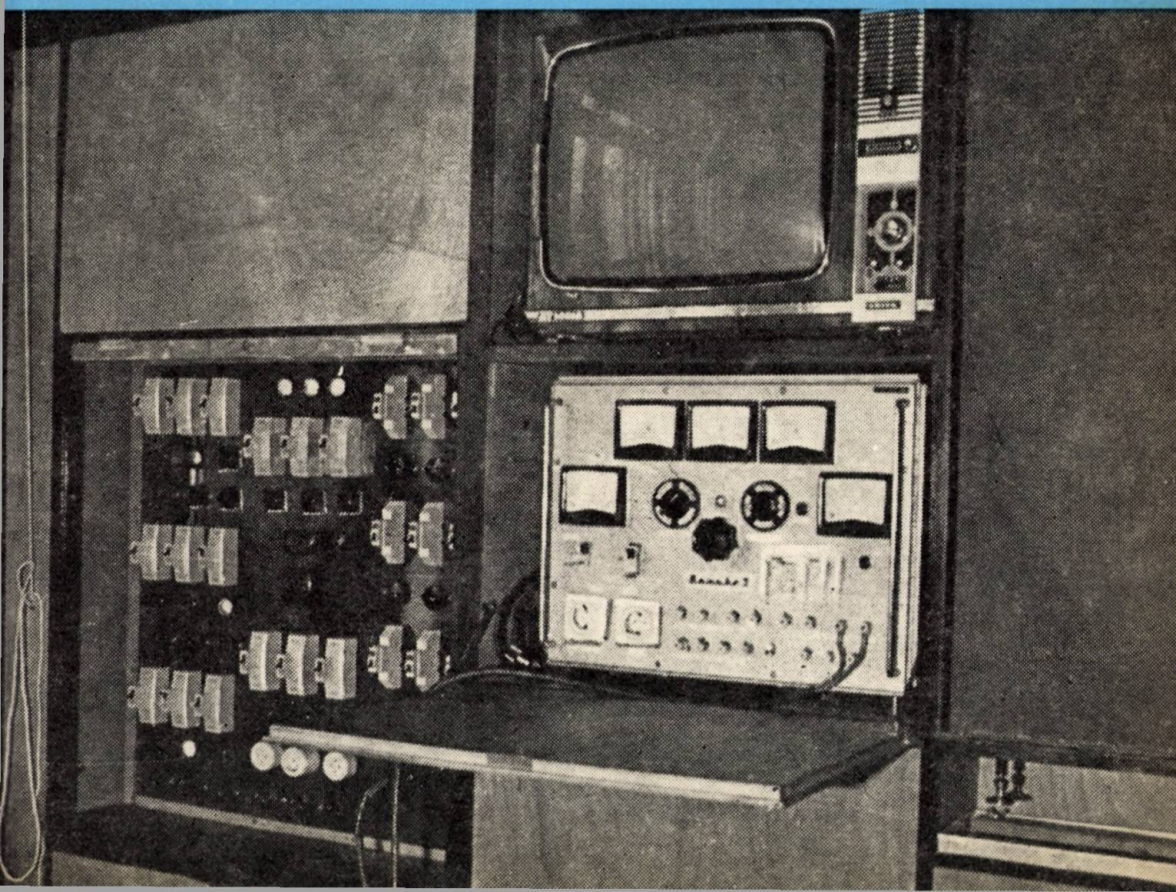
1975

XIV. évf.

FIZIKA TANÍTÁSA



Az Oktatási Minisztérium módszertani folyóirata



A FIZIKA TANÍTÁSA

AZ OKTATÁSI MINISZTERIUM
MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA

SZERKESZTŐ:
DR. VARGA LAJOS

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG:
**BELLAY LÁSZLÓ, GERGELY
PÉTER, DR. KEDVES FERENC,
KOVÁCS LÓRÁNT, KUGLER
SÁNDORNÉ, NYILAS DEZSÓ,
PÁHÁN ISTVÁN, VIDÓ IMRE,
DR. WIEDEMANN LÁSZLÓ**

Megjelenik évente ötször

Szerkesztőség: 1071 Budapest VII.,
Gorkij fasor 17–21. OPI Fizika Tanszék.
— Telefon: 228-203, 228-238, 228-609,
228-823, 145 mellék. — Kiadja a Tan-
könyvkiadó, 1055 Budapest V., Szalay
utca 10–14. — A kiadásért felelős
a Tankönyvkiadó igazgatója. — Ter-
jeszti a Magyar Posta. — Elfizethető
bármely postahivatalnál, a kézbesítők-
nél, a Posta központi Hírlapüzleteiben és a
Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI
Budapest V., József nádor tér 1.,
postacím: 1900 Budapest) közvetlenül,
vagy postautalványon, valamint átuta-
lással a KHI 215–96 162 pénzforgalmi
jelzőszámra. Előfizetési díj egy évre:
14,40 Ft

75., 5. 4966 - Révai Nyomda, Budapest.
F. v.: Póváry Jenő.

Szerkesztői üzenet:

Kérjük a Kartársakat, hogy
közlésre szánt cikkeiket gé-
pelve, két példányban küld-
jék meg a szerkesztőség
fenti címére. — A papírlap-
nak csak egyik oldalára,
kettős sortávolsággal írja-
nak. Egy-egy oldalra 30 sor
gépelenek. A sor hossza 66
betűhely. A cikkek terje-
delme legfeljebb 6–8 gé-
pelt oldal lehet. A rajzokat,
táblázatokat külön lapon,
megfelelő ábraszöveggel
(aláírással) ellátva küld-
jék be.

Címképünk: Központi kapcsolótábla
a miskolci Földes Ferenc Gimná-
zium fizika szaktantermében.
(Zsúdel László cikkéhez)

TARTALOM

<i>Bálint József:</i> Az áramkör fogalmának dialek- tikus kialakítása az általános iskolában	129
Úttörőfizikusok országos versenye (1975)	137
<i>Holics László—dr. Tasnádi Péter:</i> A súrlódási erő. II. rész	141
<i>Dr. Wiedemann László:</i> Ohm törvénye és elektro- mos vezetés tértöltés jelenlétében. II. rész....	144
<i>Tóth László:</i> Kísérletek bemutatása írásvetítő- vel. II. rész	153
<i>Zsúdel László:</i> Iskolánk új fizika szaktanterme..	158

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Йозеф Балинт:</i> Диалектическое оформление понятия электрической цепи в 8-летней школе	129
Всеенгерская олимпиада пионеров-физиков 1975 г.	137
<i>Ласло Холич—д-р Петер Ташнади:</i> Сила тра- ния, часть II	141
<i>Д-р Ласло Видеманн:</i> Закон Ома и проведе- ние электричества при присутствии заряда поля, часть II	144
<i>Ласло Тот:</i> Показ экспериментов с помощью шрифтпроекта, часть II	153
<i>Ласло Жиндел:</i> Новый физический кабинет на- шей школы	158

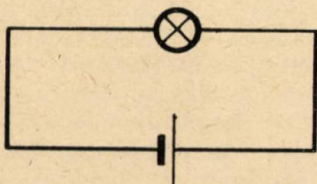
INHALT

<i>József Bálint:</i> Herausbildung des Begriffes des Stromkreises in der Allgemeinen Schule	129
Olympiade der Pionier — Physiker (1975)	137
<i>László Holics—dr. Péter Tasnádi:</i> Die Reibungs- kraft. Teil. II.	141
<i>Dr. László Wiedemann:</i> Das Ohmsche Gesetz und die elektrische Leitung bei Raumladung. Teil II.	144
<i>László Tóth:</i> Demonstration von Versuchen mit Schreibprojektor. Teil II.	153
<i>László Zsúdel:</i> Neues Physik кабинет in unserer Schule	158

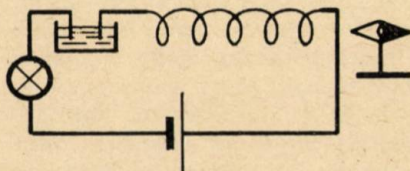
Az áramkör fogalmának dialektikus kialakítása az általános iskolában

Az általános iskolában az elektromosságtan tanítását az elektromos árammal kezdjük, és így kiinduló alapfogalmaink: az áramforrás, a vezeték, illetve az elektromos áramkör. Megkíséreljük a téma feldolgozásának olyan módját leírni, amely elsősorban a fogyasztó fogalmának kialakítására irányul ugyan, ezen belül azonban — szükségszerűen — az áramkör fogalmának is gazdagabb tartalmat ad.

A bevezetőben felsorolt alapfogalmakkal már az első órákon megismerkednek a tanulók. Elég hamar jelentkeznek azonban olyan problémák, amelyek a minőségi meghatározottság bővítését, a határok élességének enyhítését igénylik. A fogyasztó „vezető” is, különben lehetetlen lenne vele zárt áramkört létrehozni. Ugyanez mondható el az áramforrásról is. Az előbbi elég nyilvánvaló, az utóbbival azonban probléma szokott lenni. Ha a kapcsolási rajzon (1. ábra) követtetjük a tanulókkal az áram útját, szinte biztos, hogy csak az áramforrás egyik sarkától a másikig tételeznek fel áramlást. A rövidebb és hosszabb vonalakat a zseblep megfelelő lemezeinek jeleként kezelik. A köztük levő rész az áramkör szempontjából lényegtelennek tűnik. Hasonló a helyzet akkor is, ha a valóságban ténylegesen összeállított áramkörökkel dolgozunk. A vezető fogalmánál tehát ki kell emelnünk, hogy tágabb, mint a vezeték fogalma. Minden áramköri objektum szükségszerűen tartalmaz vezetőt, amelyen zárt áramkör esetén áram halad át.



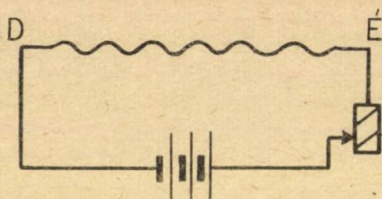
1. ábra



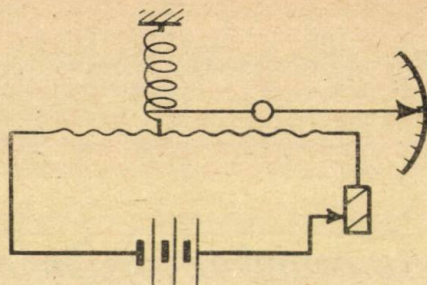
2. ábra

Annyira tág-e a vezető fogalma, hogy ebbe minden belefér, azaz az áramkör minden része nem más, mint így vagy úgy kiképzett vezető? Természetesen így nem fogalmazhatunk, hiszen ezzel nem mérhető ki a fogyasztó vagy az áramforrás fogalma. Ugyanakkor vezető mivoltuk lényegükhöz tartozik.

Még élesebben vetődnek fel a problémák a fogyasztók tárgyalásakor. Korán megismertetjük tanulóinkkal az áram hatásai közül a hő-, a vegyi és a mágneses hatást. Metodikailag és világnézeti szempontból egyaránt lényegesnek tartjuk, hogy ezen hatásokat ugyanazon áramkörben, egyidejűleg mutassuk be (2. ábra).



3. ábra

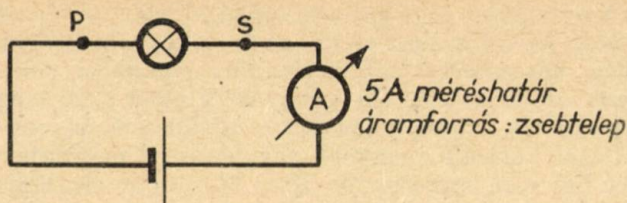


4. ábra

Így nyilvánvaló lesz, hogy egyik vagy másik fogyasztó nem emészti fel az áramot (a nem túl szerencsés „fogyasztó” elnevezés ugyanis sokszor kelti ezt a látszatot); ugyanaz az áram az áramkör különböző pontjain más-más hatást válthat ki. A hatások milyenségének okát tehát az áramkör azon szakaszán kell keresni, ahol a hatás jelentkezik. A vegyi hatás könnyen elhatárolható a másik kettőtől, ha csak a jelenség oldaláról közelítjük meg a dolgot. A hő-, illetve a mágneses hatás elhatárolása már lényegesen nehezebb. Szükségesnek tartjuk ezen hatások megjelenítését oly módon, hogy különbözőségük mellett egységük — mely a hatások helyének és idejének egységében nyilvánul meg — szintén észlelhető legyen (3. ábra). A fogyasztóként használt huzal környezetében már korán kimutatható a mágneses hatás, és az áramerősség növelésével egyre erőteljesebben jelentkezik a hőhatás is. Célszerű itt rámutatni, hogy a hőhatás nem ott és nem akkor kezdődik, amikor már a fényjelenség is tapasztalható; mégcsak nem is akkor, amikor esetleg kezünkkel érezzük a felmelegedést az áramkör valamely szakaszán. Egyszerű eszközökkel is sokkal előbb ki tudjuk mutatni a hőhatást. Ennek érdekében használjuk föl pl. a hő-drótos árammérő elvét (4. ábra).

Az eddig említett hatások ilyen kezdeti — csupán minőségi szintű — ismeretében is érdemes megtennünk néhány olyan megjegyzést, amely mutatja ezen hatások kapcsolatát a tanulók ismereteinek egyéb területeivel. A kémiai hatás sejtetni engedi, hogy az anyag belső szerkezetének kapcsolata van az elektromossággal. (Így nem tűnik annyira rejtélyesnek a galvánelemek működése, ha egyelőre nem is mehetünk bele lényegük magyarázatába.) A hőhatás egyértelműen példázza, hogy az elektromos áramnak energiája van. Erre a továbbiakban igen nagy szükségünk lesz. Az áram mágneses hatása az elektromos áram és a mágneses tér kapcsolatát eleveníti meg, amelynek önmagában is jelentős mind az elméleti, mind a gyakorlati értéke. Az elektromágneses indukció, de már az elektromágnes és megannyi alkalmazási lehetősége is olyan eredmények, amelyek kapcsán nem egyszerűen csak tényanyagot nyújtunk tanulóinknak, hanem jól érzékeltetjük a dolgok összefüggésének egyre bonyolultabb láncolatát; ismereteinknek egyre bővülő, de korántsem teljes voltát; az emberi megismerés kiteljesedését. Világnézeti szempontból ez a hatás kínál a legtöbb lehetőséget. Nem okoz gondot pl. annak megérttetése, hogy ezen hatás egyre mélyebb megismerése adta az alapot a szikratávíróhoz, a rádióhoz, a televízióhoz stb.

További vizsgálatainkhoz elengedhetetlen az ellenállás fogalmának bevezetése. Az eddig elmondottak alapján célszerű kiindulni a fogyasztók ellenállásából és a továbbiakban fogyasztóként az áram hőhatásán alapuló eszközt használni. Eddig ugyanis csak itt látszott tisztán, hogy energiaátalakítóról van szó,



5. ábra

amely ebben a minőségében, zárt áramkör esetén folyamatosan „fogyasztja” és hővé alakítja az áram energiáját.

Ha az egyszerű áramkörbe fogyasztóként rendre dinamóizzót, zsebizzót, skálaizzót stb. alkalmazunk, az áramerősség-mérő eltérő nagyságú áramerősségeket jelez (5. ábra). Ha viszont akkor olvassuk le az áramerősségmérő állását, amikor nincs izzó az áramkörben (az áramkör nyitott), akkor az áramerősség: 0. A probléma kiélézése végett zárjuk rövidre az áramkört! (P; S pontokat vezetékkel összekötjük.) Az áramerősség messze meghalad minden eddigi értéket (~ 2 A). Ezekből a tényekből az alábbi következtetéseket vonjuk le:

- A fogyasztók vezetik az áramot.
- A fogyasztók nem egyenlő mértékben vezetik az áramot.
- A fogyasztók nem aktív módon vezetik az áramot, az áramlásnak csupán egy szükséges feltételét biztosítják kisebb-nagyobb mértékben. Lehetővé teszik az áramlást, de nem okai az áramlásnak. (Lásd: rövidzárlati áramerősség.)
- A fogyasztók objektív tulajdonsága, hogy akadályozni képesek az áramlást. Ezt hangsúlyozandó helyes a tapasztalatokat így is megfogalmazni: pl. a dinamóizzó kevésbé akadályozza az áramlást, mint a zsebizzó; azért halad át rajta a nagyobb erősségű áram. Ez a tulajdonsága nyilván független attól, hogy egy adott időpillanatban folyik-e rajta áram? A fogyasztók eme lényegi, szubsztanciális tulajdonságát nevezzük ellenállásnak.

Eddigi ismereteink alapján a fogyasztót a következőképpen definiálhatjuk: *a fogyasztó olyan vezető, amelynek viszonylag nagy ellenállása van.* (A „viszonylag” egyelőre csak annyit jelent, hogy P; S pontokat összekötő vezetékhez és a telep belső ellenállásához képest.) Rá kell mutatnunk, hogy ezek a tények várhatóak voltak, és a legszilárdabban beilleszthetők eddigi ismereteink rendszerébe. Analógiaként nézzük a vasúti sín szerepét a szerelvény mozgásában. Egyfelől lehetővé teszi a mozgást, legalábbis alapvetően megkönnyíti, segíti; habár elvileg nem lehetetlen, hogy mondjuk földúton vontasson egy gőzmozdony egy szerelvényt. Ugyanakkor a ki nem küszöbölhető súrlódás miatt akadályozza is a szerelvény mozgását. A vasúti sín szerepe tehát nem egyértelmű, ellentmondásos: *úgy segíti a mozgást, hogy egyben akadályozza is azt.* Nem nehéz felismerni a „vezeték” és a „fogyasztó” megfelelőjét, valamint ezek dialektikus egységét.

Az analógia segít magyarázatot adni az ellenállásra is. Az áramkörben parányi részecskék végeznek haladó mozgást, nem véletlen, hogy a súrlódás megfelelője fellelhető az áramkörben. Az elektronok a vezető részecskéihez ütköznek, súrlódnak velük, ezek miatt mozgásuk lefékeződik.

Ezek után nyilvánvaló és teljesen meggyőző, hogy az áramkör minden részének van ellenállása. Az energia átalakulása és megmaradása elvének figyelembevételével az is belátható, hogy hő formájában éppen azt az energiát szolgáltatja a fogyasztó, amely az elektronok mozgási energiáját növelte volna, ha nem éri őket fékező hatás. (Joule-féle hő.)

E két utóbbi tényt egybevetve az áramkör fogalmának kialakításában döntő ponthoz érkeztünk. Zárt áramkör esetén az áramkör minden pontján történik energiaátalakulás, nevezetesen hőfejlődés. *Tág értelemben véve tehát a teljes áramkör fogyasztónak tekinthető.* Ha a fogyasztó elnevezést mégis használjuk az áramköri objektumok valamelyikének a megjelölésére, az csak annyit jelent, hogy az energia átalakulása legnagyobb, meghatározó mértékben ott történik, ha az áramkört helyesen méreteztük. Ezen legutóbbi megjegyzés arra utal, hogy a fogyasztó fogalma nem abszolút; ugyanaz a fogyasztó az egyik áramkörben ténylegesen fogyasztóként, a másikban viszonylag csak „vezető”-ként szerepel és viszont: a vezeték, de még az áramforrás is néha fogyasztóvá válik. A felsorolt „rendhagyó” esetekre nem nehéz gyakorlatban előforduló példákat találni. Közismertek pl. a kiolvadó biztosítékok; átforrósodott vezetékek, de nem ritka mondjuk a felmelegedett zseblámpatelep sem. Az is nyilvánvaló, hogy a méretezés mindenképp előtt az ellenállások arányának helyes megválasztását jelenti. A fogyasztó ellenállása elég kicsiny legyen ahhoz, hogy vezető lehessen, de viszonylag nagy legyen mind a vezetékek, mind az áramforrás belső ellenállásához képest.

Megjegyzés: megfelelően megválasztott analógiák itt jó szolgálatot tesznek, mert amellet, hogy a megértést elősegítik, a tanulók materialista világnézetét is formálják. Könnyű belátni, hogy a természetben rend van; alapvető egység van, hogy semmi sem önmagában létező. Egy ilyen analógia lehet most egy vízkerek tervezésének problémája. Egy konkrét esetben hasonló problémák merülnek fel a vízkerek és az elektromos fogyasztó tervezésénél. Nem szabad a vízkerekkel mintegy gáttal elzárni a víz áramlásának útját, ugyanakkor elég nagy akadályt kell, hogy jelentsen az áramlás számára, hogy el tudjon venni annak energiájából, azaz legyen mit átalakítani.

A fogyasztó ellenállására adott korlátok még nagyon határozatlanok, sőt egy szembevető ellentmondást is tartalmaznak. Egy konkrét esetben, amikor tehát már csak a fogyasztó ellenállásának megválasztása van hátra, komoly dilemma elé kerülünk. Ha a fogyasztót abszolút, illetve relatív meghatározottságában tekintjük, akkor az ellenállás változtatásának éppen ellentétes tendenciákhoz jutunk.

Nézzük ezt meg egy példán!

Legyenek: U_e az áramforrás elektromotoros ereje

R_x az áramforrás és a vezetékek együttes ellenállása

R_F a fogyasztó ellenállása

$$1. \quad R_x = 2 \, \Omega \quad I_1 = \frac{36}{12} \, \text{A} = 3 \, \text{A}$$

$$U_e = 36 \, \text{V} \quad P_{x_1} = 3^2 \cdot 2 = 18 \, (\text{W})$$

$$R_{F_1} = 10 \, \Omega \quad P_{F_1} = 3^2 \cdot 10 = 90 \, (\text{W}) \quad P_{x_1} : P_{F_1} = \boxed{1 : 5}$$

Ohm törvénye valódi áramkörben

$$I = \frac{U_e}{R_k + R_b}.$$

Válasszuk most a fogyasztót nagyobb ellenállásra! (U_e és R_x maradnak.)

$$2. \quad R_{F_2} = 16 \, \Omega \quad I_2 = \frac{36}{18} \, \text{A} = 2 \, \text{A}$$

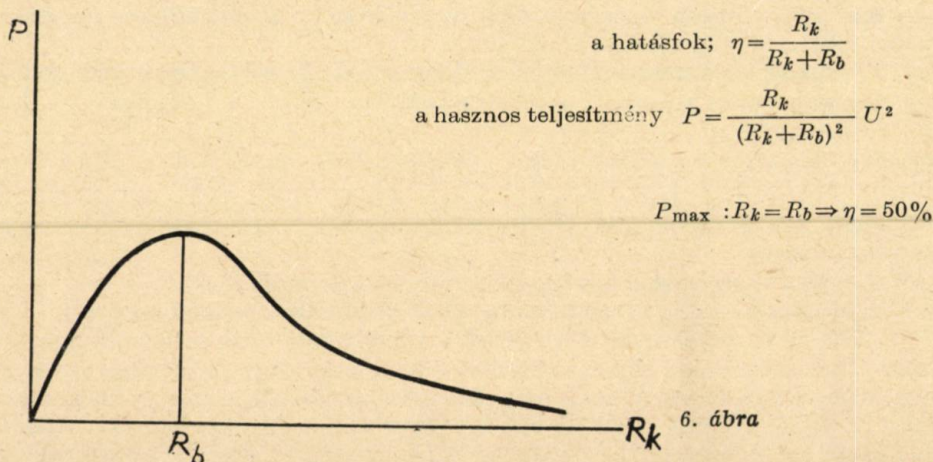
$$P_{x_2} = 2^2 \cdot 2 = 8 \, (\text{W})$$

$$P_{F_2} = 2^2 \cdot 16 = 64 \, (\text{W}) \quad P_{x_2} : P_{F_2} = \boxed{1 : 8}$$

Példánkból látszik, hogy a fogyasztó ellenállásának növelésével:

- a) a teljesítmény egyre nagyobb hányada lokalizálódik a fogyasztón,
- b) a fogyasztón a teljesítmény csökken.

Az ellentmondás a maga teljességében jelentkezik, és determinálja a gyakorlatot, de csak annyiban, hogy a konkrét esetekben választhat az ember; hogy a hatások és a teljesítmény közül melyiket célszerű növelni a másik rovására. A kettőt legtöbbször együtt kell figyelembe venni. Ennek elmulasztása abszurd eredményekhez vezetne.

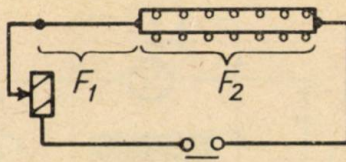


Megjegyzés: Az alsó korlát lényegében adott, hiszen $R_x < R_F$ követelmény általában fennáll. A felső korlát megadása ennyire általánosan lehetetlen, csupán annyit tudunk biztosan, hogy ilyen van. Ez egyszerűen belátható, mert az ellenállás növelése esetén egyszer elérkezünk olyan R_s küszöbértékhez, amelyet túlhaladva „nyitottá” válik az áramkör. Ekkor elérnénk ugyan, hogy a veszteség: 0%, de a hasznos teljesítmény is megszűnne.

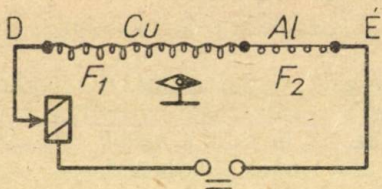
Nem akartuk ezzel azt a látszatot kelteni, mintha csak elméleti jelentősége lenne annak, hogy megvizsgáltuk: mitől függ a vezetékek ellenállása? Sokszor használjuk Ohm törvényével összekapcsolva, de önállóan is. Emeljük itt ki a *fogyasztók tervezését!* Ilyenkor egy konkrét ellenállás követelményeként jelentkezik. Pl. adott áramforrás esetén előírt teljesítményű fogyasztó tervezése, amelyet az anyag és a méretek megfelelő megválasztásával kell elérni. Itt azonban egy újabb kérdés vetődik fel: elegendő-e csupán arra figyelni, hogy megfelelő nagyságú legyen az ellenállás? Mi okozza, hogy a fogyasztók különböző energiává alakítják az elektromos energiát? E kérdések megválaszolása végett végezzük el az alábbi kísérleteket!

$R_{F1} = R_{F2}$
 F_1 : krómnikkel huzal; l hossz; q keresztmetszet
 F_2 : krómnikkel huzal; $2l$ hossz; $2q$ keresztmetszet
 (F_2 -t alkotó vezetékpár lényegében egy rendszert képez.)

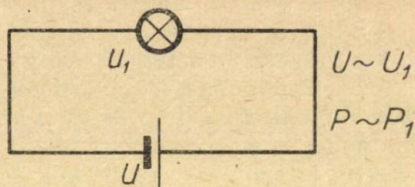
7. ábra



A változtatható ellenállással úgy szabályozzuk az áramerősséget, hogy F_1 szemmel áthatóan izzik, de F_2 még nem. A paraffin azonban az F_2 -ről leolvad. Továbbá: az $\vec{E}$ -D irányba kifeszített, az asztal síkjával párhuzamos F_1 és F_2 alatt toljunk végig egy iránytűt, és figyeljük a kitérés nagyságát. Azt tapasztaljuk, hogy az lényegében nem változik.



8. ábra



9. ábra

Az eddigiek alapján leszögezhetjük, ha valamely R ellenállású vezetékot ugyanabból az anyagból készítünk, de

- rövidre és kis keresztmetszetűre, akkor a *hőhatás* lokalizáltan jelentkezik;
- hosszabbra és nagyobb keresztmetszetűre, akkor a mágneses tér lesz hosszabb”.

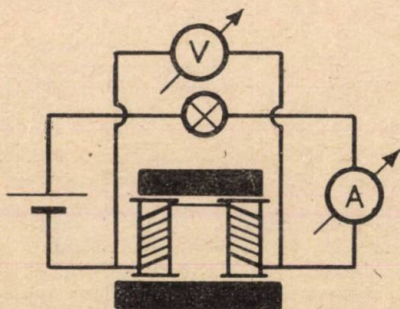
Az előbbi vizsgálatokat megismételjük a 8. ábrán látható módon, ahol a méretkülönbségeket az anyagi minőség különbözősége teszi lehetővé. (A két vezeték kb. azonos keresztmetszetű, de a Cu vezeték kb. kétszeres hosszúságú.) Az alumíniumról előbb esnek le a paraffin golyók. (Az Al fajlagos ellenállása nagyobb!) Az iránytű kitérése végig egyenlő (I azonos).

Általánosítva, az utolsó két kísérlet alapján kimondhatjuk:

- A *hőhatás* annál koncentráltabb, minél kisebbek a vezeték méretei;
 - a mágneses hatás annál kiterjedtebb, minél nagyobbak a vezeték méretei.
- Ezzel megadtunk egy lényegi különbséget, mondjuk egy izzólámpa izzószála és egy tekercs között. Az izzószál nagy fajlagos ellenállású, aránylag kis keresztmetszetű, és rövid vezetékből áll, míg a tekercs éppen ellenkezőleg: kis fajlagos ellenállású, aránylag nagy keresztmetszetű és hosszú vezetékből képezendő ki.

Az áram mágneses hatásának gyakorlati alkalmazásai közül kiemelkedő szerepe van az elektromotoroknak. Míg az egyéb alkalmazások, pl. az emelőmágnes, az automata biztosító, relék stb. aránylag rövid ideig, *szakaszosan* működnek abban a minőségükben, hogy elektromos energiát mechanikai munkává alakítanak át, *addig az elektromotorok esetében a működés folyamatos*. Ezt annál is inkább hangsúlyoznunk kell, mert az eddigiekben kitűnhetett, hogy az áram mágneses hatásával kapcsolatban kerültük a fogyasztó elnevezést.

Ez az óvatosság indokolt volt. Ha egy zárt áramkörben levő elektromágnessel nem végeztetünk munkát, akkor kérdéses, hogy — a Joule hőn kívül — történik-e ott energiaváltozás? Másként fogalmazva: az áram mágneses terének fenntartásához kell-e energia? A kérdésre jó közelítéssel *nem*-et mondhatunk, ha figyelembe vesszük, hogy az egyszerű áramkörben az áramforrás sarkain és fogyasztón mért feszültségek közel egyenlőek (9. ábra). Mivel az áramerősség mindenütt ugyanakkora: az áramforrásból kivett teljesítmény lényegében a fogyasztóra (izzóra) esik. Mágneses tér viszont az áramkör mentén mindenütt van.



A következő kísérlet közelebb visz a probléma megoldásához (10. ábra). Az elektromágnes mágához rántja a megfelelő közelségbe vitt vasrudat. A munkavégzés ideje alatt az izzó fény csökken, majd az eredeti szintre áll vissza. A kvantitatív vizsgálat arra az eredményre vezet, hogy az áramerősség csökkenésével egyidejűleg a tekercspárra eső feszültség olyan mértékben növekszik, hogy a két áramköri adat szorzata lényegében változatlan marad. (Iskolai szétszedhető transzformátor elemei: 1 db U-alakú vasmag, 2 db 600 menetes tekercs. Áramforrás: akkumulátor.)

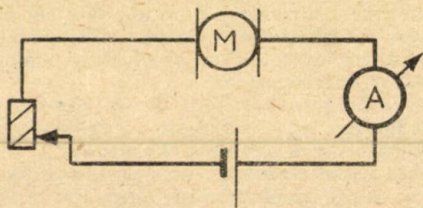
10. ábra

Megállapíthatjuk a következőket:

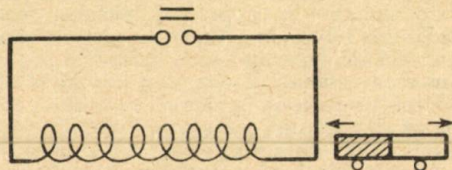
- a munkavégzés ideje alatt az áramkör mentén csökken az energia változása (I csökken);
- a Joule-hő még nagyobb mértékben csökken (I^2 -tel arányos);
- az előzőekben megállapított két változás különbsége fordítódik a mechanikai munkára ($W_m = U_k \cdot I - I^2 \cdot R$).

A vasdarab levételekor az izzó erősen felvillan. Mélyebb elemzés nélkül is nyilvánvaló, hogy az általunk végzett munka növelte az elektromos tér energiáját.

Előbbi eredményünket erősíti az a tapasztalat, hogy az elektromotor fordulatszámának csökkenésével egyre több hőt termel.



11. ábra



12. ábra

Következő összeállításunkhoz (11. ábra) a fizikai tanulói gyakorlatokhoz rendszeresített motort és két, sorba kapcsolt zsebtelepet használhatunk. A motor tengelyét egyre erősebben szorítva, a fordulatszám csökken, az áramerősség növekszik, és a motor tekerese felmelegszik. A forgatást 30—40 másodpercre teljesen megszüntetve a forgórész tekerese forróvá válik.

Megállapíthatjuk, hogy

- ha a motor nem forog, akkor meg van fosztva attól a feltételtől, hogy elektromos energiát mechanikai energiává (munkává) tudjon alakítani;
- zárt áramkörbe iktatott, de forgásban nem levő elektromotor lényegében csak „melegítő eszköz”
- működésben levő elektromotoron hő és mechanikai energia egyaránt termelődik, és ezek aránya a fordulatszám függvénye.

A motor által felvett teljesítmény $P = U_k \cdot I = I^2 R + U_i \cdot I$. Az $I^2 R$ tag a Joule-hővé alakult résznek, $U_i \cdot I$ pedig a motor-végezte mechanikai munkának felel meg. A mechanikai munka végzéséhez tehát $U_i \neq 0$ feltételnek teljesülni kell; továbbá a mechanikai teljesítmény hatásfoka jobb, ha az $U_i \cdot I$ szorzatban az U_i tényező dominál

$$\eta = \frac{U_i}{U_i + IR}.$$

Visszatérünk az elektromotorok energia-ellátásának problémájához. Az eddig megismert energetikai folyamatok többnyire megfordíthatók voltak, de volt ellenpélda is. (L. mechanikai energiatétel, munkatétel, illetve: az energia felzabádítása égéssel, vagy a galvánelemekben lejátszódó folyamat!) A megoldást azon az úton keressük, hogy leegyszerűsített formájában megvizsgáljuk az elektromotorokban lejátszódó energetikai folyamatot, majd megpróbáljuk megfordítani. Kérdés, hogy lehet-e? A leegyszerűsített modell vázlata a 12. ábrán látható.

A folyamat lényege: elektromos energia-mechanikai munka (a mágneses hatás közvetítésével).

A kérdés eldöntése végett, az áramforrás helyére tegyünk áramjelző műszert, és fektessünk be mechanikai munkát! (Mozgassuk a mágneset!) A műszer kitérést jelez. Kérdésünkre tehát igenlő választ kaptunk. (Mozgási indukció.)

Megjegyzések:

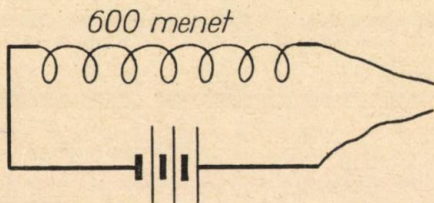
1. Ha a mágnes helyére lágyvasat teszünk, a folyamat első része lejátszódik, de a fordítottja nem. (Később „A” és „B” folyamatként utalunk vissza ezekre.) Ez is mutatja, hogy mennyire nem magától értetődő a megfordíthatóság. Ugyanakkor közelebb kerülünk azon feltételekhez, amelyek fennállása esetén a mágneses hatás révén mechanikai munkát nyerhetünk az elektromos energiából. Ne feledjük: a tekercs erőterébe helyezett lágyvas mágnessé válik (megosztás), tehát „A” folyamatban nincs lényegi különbség mágnes és lágyvas között. A lágyvas *minőségi változáson megy át*, ha mágneses erőterébe kerül. (Mágneses megosztás révén mágnessé válik.)

2. Úgy érezzük, hogy ez a gondolatmenet tanulóink eddigi ismeretével, dialektikus materialista természetszemléletével nemcsak összeegyeztethető, hanem egyenesen abból következik.

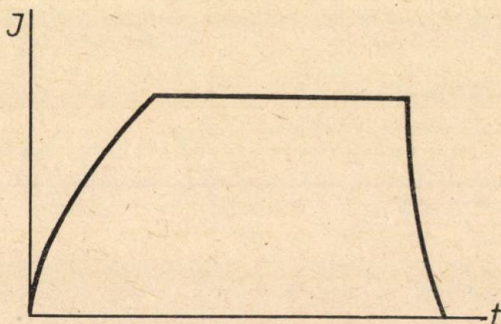
3. Az elektromágneses indukció második alapesete: amikor egy elektromágnes áramerősségének változtatásával indukálunk feszültséget az indukciós tekercsben. (Nyugalmi indukció.) (Az első alapesetet a „B” folyamat reprezentálta!) Kitűzött célunk szempontjából ez egyelőre érdektelen, mert az energia mennyisége nem növekedhet az átalakítás folyamán. Alapvető szerepe van azonban az elektromos energia szállításánál, elosztásánál, valamint ezen keresztül juthatunk el azon feltételekhez, amelyek az elektromos energiának mechanikai munkává alakításához szükségesek.

Ezen problémák egyikével sem kívánunk ebben a dolgozatban foglalkozni, ezért ennek az alapesetnek csupán az ismeretét tételezzük fel. Ezt azonban olyan változatban is bemutatjuk, amikor az elektromágnes és az indukciós tekercs ugyanaz (13. ábra).

A szabadon levő, szigetelés nélküli két vezetékét összeérintetjük néhány tanulóval, akik enyhe áramütést éreznek. Könnyű felismerni, hogy az elektromágneses indukció második alapesetének speciális megvalósításáról van szó. (Önindukció!)



13. ábra



14. ábra

Nagyon tanulságos lehet, és könnyen felrajzolható az egyenáram grafikonja (14. ábra). Az itt nem részletezett, de az elektromágneses indukció témakörében alapvető törvényszerűség, a Lenz-törvény elmélyítését is jól szolgálja a grafikon elkészítése. Emellett könnyű felismerni a hasonlatosságot az egyenletes mozgás sebesség-grafikonjával, és megtalálni az önindukcióban a tehetetlenség megfelelőjét. Az egységes materialista világkép kialakításában szép, tanulságos mozzanat!

Eddigi tapasztalataink alapján az alábbiakban adhatjuk meg az egyszerű, zárt áramkör tartalmi jegyeit:

Az áramköri objektumok: áramforrás, fogyasztó, vezetékek.

Áramforrás: alapvető szerepe: feszültségével befolyásolja az áramlást (áramforrás: feszültségforrás!). Mindig vezető és fogyasztó is!

Fogyasztó: Alapvető szerepe: elektromos energiát alakít át más energiává (munkává). Mindig vezető, és bizonyos feltételek fennállása esetén áramforrás is. (L.: elektromágneses indukció feltételei!)

Vezeték: alapvető szerepe: az áramforrás és a fogyasztó között feltételt biztosít az áramláshoz; általában az áramkör legnagyobb részében vezet

az áramot. Mindig fogyasztó és bizonyos feltételek fennállása esetén áramforrás is. (L.: előbb!)

Korábbi megállapításunk — ami szerint az áramkörü objektumok átmehetnek egymásba — ebben a felfogásban annyit jelent, hogy a bennük általában fellelhető szerek közül egy másik lesz a domináns. A változás visszavezethető bizonyos tényezők mennyiségi változására. (Elsősorban a feszültség, illetve az ellenállás nagyságának, eloszlásának stb. változására kell gondolnunk.) Egészen röviden, definíciószerűen is megadjuk az áramkör fogalmát!

Az egyszerű áramkör fogyasztóból, áramforrásból és vezetékekből áll. Minőségi elkülönültségük viszonylagos és mennyiségi meghatározottságú.

A definíció szükségszerűen tömör, és tanulóink számára nehéz, csak kezdeti szinten ismert fogalmakat is tartalmaz (mennyiség, minőség, meghatározottság ...). Ezt a megfogalmazást nem általános iskolai használatra adtuk meg. Az ezt megelőző bekezdésben részletezett „tartalmi jegyek” megtanítása viszont már ott is elérhető.

IRODALOM

1. Fizika az ált. iskolák 8. osztálya számára. Tankönyv. Rsz. 1835.
2. Fizika a gimn. IV. osztálya számára. Tankönyv. Rsz. 10435.
3. Öveges József: Kis Fizika II. Művelt Nép, 1952.
4. Gyulai Zoltán: Kísérleti Fizika II. rész. Tk. Bp., 1952.
5. V. Sz. Popov: Elektrotechnika, Népszava, Bp., 1952.
6. Jay Orear: Modern Fizika. Műszaki Bp., 1971.
7. Öveges József: Elektromosságtan és az élet, Művelt Nép, 1953.

Bálint József

főisk. adj.

Ho Si Minh Tanárképző Főiskola
Fizikai Tanszéke, Eger

Úttörőfizikusok országos versenye (1975)

A Magyar Úttörők Szövetsége Országos Elnöksége az illetékes oktatásügyi szervekkel együttműködve ebben az évben felszabadulásunk 30. évfordulója jegyében szervezte meg az úttörőfizikusok országos versenyét. A „Tudományos-technikai úttörőszemle” keretében szervezett csapatszintű, járási (városi, kerületi), megyei (fővárosi) versenyek feladatai között több olyan feladat is szerepelt, amely a felszabadulás óta eltelt 30 esztendő kiemelkedő eredményeivel kapcsolatos.

A csapatszintű versenyekhez a Magyar Úttörők Szövetsége szaktárgyi útmutatókat jelentetett meg, amelyeket az Országos Pedagógiai Intézet állított össze. Az útmutató olyan jellegű feladatokat, tevékenységi formákat javasolt a csapatszintű vetélkedőkre, amelyek összhangban vannak a magasabb szintű versenyek tematikájával, módszereivel, tevékenységi formáival. Új színfoltja volt az idei versenynek, hogy a csapatvezetőség (úttörőtanács) döntésétől függően a versenyzők nevezési feladatként pályamunkákat is készítettek.

Az előző évihez hasonlóan a járási (városi, kerületi), megyei (fővárosi) és az országos verseny feladatait ugyanaz a versenybizottság állította össze; ezáltal biztosítani lehetett, hogy mindegyik versenyszinten azonos módon történjék a verseny szervezése, a feladatok értékelése. Az egymást követő fordulók egyre több és magasabb követelményű feladatot tartalmaztak. Ezzel párhuzamosan növekedett azonban a versenyzők számára biztosított tiszta munkaidő.

Az úttörőfizikusok országos versenyére a Balatoni Úttörővárosban, Zánkán került sor 1975. április 6—9-én. A versenyzők egy teljes hetet töltöttek Zánkán, így az utazás fáradalmait kipihenve kezdhettek versenyezni. Április 6-án volt az ünnepélyes megnyitó, 7-én került sor az I. fordulóra, 8-án üzemlátogatáson vettek részt a versenyzők a veszprémi Bakony Művekben, 9-én volt a II. forduló, s ugyanezen a napon volt az eredményhirdetés és a díjak átadása is.

Az üzemlátogatáson megismerkedtek a versenyzők a Bakony Művek felszabadulás utáni fejlődésével, tájékoztatást kaptak arról, hogy milyen alkatrészek gyártásával járul hozzá az üzem a Zsiguli gépkocsik gyártásához. A versenyzők érdeklődéssel tekintették meg a különböző termékek korszerű sorozatgyártását, a modern gépek működését.

Az országos versenyen a megyéket egy-egy versenyző, a fővárost négy versenyző képviselte a verseny szabályainak megfelelően. Így a versenyen 23 résztvevő volt.

A versenyfeladatok összeállításához a fizika tantervi anyagának a verseny időpontjáig feldolgozott része szolgált elsősorban alapul. A verseny jellegéből következő, hogy a versenyzőknek a törzsanyag biztos ismeretén túl kellő tájékozottságot kellett tanúsítaniuk a kiegészítő és tájékoztató anyagból is. (Erre egyébként már a csapatszintű versenyekhez kiadott útmutató is felhívta a figyelmet.) Az előző évi feladatokhoz képest ebben az évben nagyobb volt a számítást nem igénylő, ún. „gondolkodtató feladatok” aránya a számítási feladatokhoz viszonyítva.

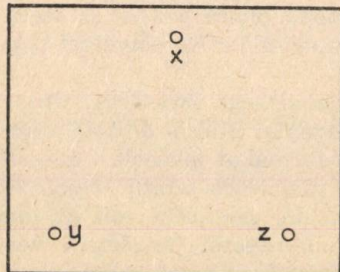
A verseny két fordulóból állt. Az első fordulóban 10 feladatot kellett megoldaniuk a versenyzőknek, a második fordulóban pedig három kísérletet végeztek a résztvevők, s a tapasztalatokra írásban és szóban kellett magyarázatot adniuk. Valamennyi versenyző részt vett mindkét fordulón, s a helyezések sorrendjét a két fordulóban együttesen elért pontszámok összege határozta meg.

A versenyzők többsége pályamunkát is hozott magával. Mindegyik pályamunkáról ismertetést adott készítője a többi versenyző számára, majd ezt követően kiállításon tekinthették meg az érdeklődők e munkákat. Mivel az országos versenyen való részvételnek nem volt feltétele pályamunka készítése, a versenybizottság nem vette figyelembe e munkákat a helyezések sorrendjének a megállapításában; a legötletesebbeket azonban külön jutalmazásra javasolta.

Az országos verseny két fordulójának feladatai a következők voltak:

1. feladatlap

Feladatok



1. Figyeld meg a bemutatott kísérletet! Jegyezd fel megfigyeléseidet! Egészítsd ki az alábbi rajzot a tábla mögött levő áramkörti részek rajzával!

(A versenyzők a következőket figyelhették meg:

a) Ha az izzólámpát az X és Y kivezetéshez csatlakoztattuk, akkor az izzólámpa nem világított.

b) Ha az izzólámpát az X és Z kivezetéshez csatlakoztattuk, akkor az izzólámpa halványan világított.

c) Ha az izzólámpát az Y és Z kivezetéshez csatlakoztattuk, akkor az izzólámpa normál fényerővel világított.)

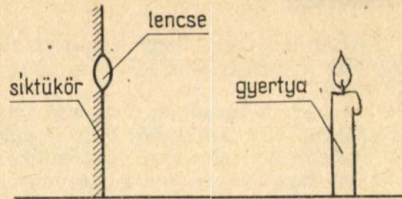
2. Hogyan mérhetjük meg stopperóra segítségével, hogy milyen mélyen van a víz felszíne a kútban? (A kútban a víz felszíne nyugalomban van, és jól látható.)

3. Az ábrán látható módon a síktükör közepén egy 20 cm fókusztávolságú gyújtólencsét rögzítettünk.

a) Hol kell elhelyezni a gyertyát a tükör előtt, hogy a tükörben látott kép egyenlő méretű legyen a lencse által alkotott képpel? Válaszodat indokold!

b) Milyen különbség van a két kép között?

c) Hogyan változik a képek mérete, ha a gyertyát a tükörtől távolítjuk, illetve a tükörhöz közelítjük?

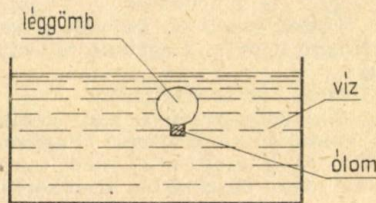


4. Egy alumíniumból készült tartályt megtöltünk vízzel. A levegővel felfújt léggömbre akkora ólomsúlyt akasztunk, hogy a tartályban levő vízben éppen lebegjen. Hogyan lehet megvalósítani, hogy a léggömb és az ólomsúly

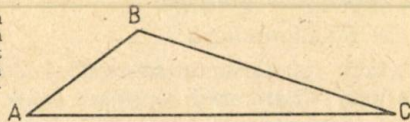
a) süllyedjen,

b) emelkedjék,

anélkül, hogy hozzájuk nyúljunk, vagy az egész berendezés tömegét megváltoztatnánk?



5. Egy kerékpáros az $AB = 600$ m-es útszakaszon $5,4$ km/h egyenletes sebességgel tolja fölfelé a lejtőn kerékpárját. A BC szakaszt 3 perc 20 másodperc alatt futja be $16,2$ km/h átlagos sebességgel. Mekkora a kerékpáros átlagos sebessége az egész ABC útszakaszon?

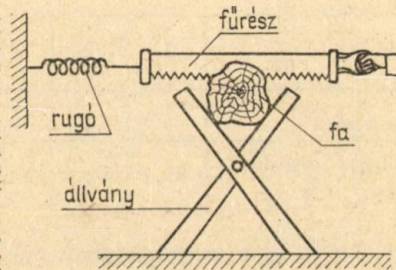


6. 400 kp súlyú betongyűrűt 3 m hosszú gerendákból összeállított lejtőn görgetnek fel a teherkocsi rakfelületére. Mekkora erő szükséges a betongyűrű felgörgetéséhez, ha a teherkocsi rakfelületének a szintje $1,2$ m magasan van a talajtól? (A súrlódást nem vesszük figyelembe.)

7. Egy ember az ábrán látható módon fűrészeli a fát. Maga felé húzza a fűrész, vágja a fát, s ezzel egyidejűleg megfeszíti a rugót. Ezután engedí a fűrész, amit a rugó visszahúz; a fűrész most is vágja a fát. A fűrészelő ember tehát a fizikai munkának csak a felét végzi.

a) Mi erről az állításról a véleményed?

b) Mennyi munkát végez ez az ember 8 óra alatt, ha a fűrészél ténylegesen kihasznált hossza 50 cm, az átlagos húzóerő 3 kp, és percenként átlagosan 20-szor húzza meg a fűrész?

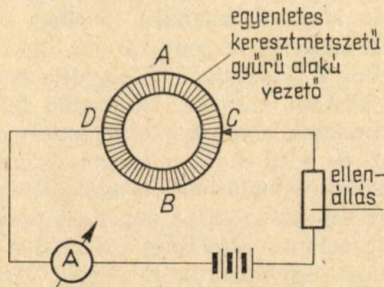


8. Egy tökéletesen hőszigetelt edénybe 5 kg 0°C -os vizet, 5 kg 0°C -os jeget és 5 kg 100°C hőmérsékletű vizet öntünk.

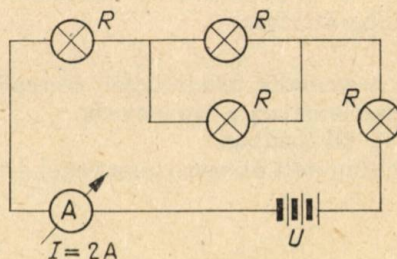
a) Mi történik a hőmérsékletükkel a folyamat során?

b) Mekkora lesz a folyamat végén az egész (15 kg) anyag hőmérséklete?

9. Hogyan változik az áramerősség, ha a C „csúszkát” (érintkezőt) az A, illetve a B pont felé csúsztatjuk? Válaszodat indokold!



10. Négy darab egyenlő ellenállású és teljesítményű izzólámpát az ábrán látható módon kapcsolunk az áramforráshoz. Mekkora lehet egy-egy izzó ellenállása, és mekkora lehet az áramforrás feszültsége, ha az áramerősség a főágban 2 A?



2. feladatlap

Kísérletek

1. Állapítsd meg, hogy a három kémcsőben levő folyadék közül melyiknek a legnagyobb a fajsúlya! (Csak a tálcán előtted levő eszközöket használhatod!) Válaszodat indokold!

(A három kémcsőben víz, konyhasóoldat, illetve alkohol volt. A tálcán ceruza és huzaldarab volt, amelyből úszó fajsúlymérőt lehetett készíteni.)

2. Rajzolj a tálcán levő eszközökkel 45° -os szöget! (A papír hajtogatása nélkül!) Magyarázd meg, milyen fizikai törvény alapján jártál el!

(A versenyző számára papír, ceruza és egy olyan síktükör állt rendelkezésre, amelynek egyik éle vonalzóként volt használható.)

3. Előtted van 2 db 4,5 voltos zsebletep és 2 db izzó. (A két izzó ugyanakkora feszültségre készült, s egyenlő teljesítményű.) Állíts össze ezekből olyan zárt áramkört, hogy

a) egy izzó se világítson;

b) mindkét izzó halványan világítson;

c) mindkét izzó fényesen világítson!

(Mindegyik esetben mindkét telepet és mindkét izzót használni kell!) Készíts kapcsolási rajzot mindhárom áramkőről! Magyarázd meg a jelenséget!

A verseny eredményei

a) Feladatonként

Az 1. feladatlapon szereplő feladatok megoldásában a versenyzők az 1. táblázatban látható eredményeket érték el.

1. táblázat

Feladat	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Pontszám	4	4	7	4	4	3	6	6	5	5
Átlagos megoldás %	83,7	53,3	68,3	67,4	89,1	84,1	87,7	65,2	50,4	59,1

A 10 feladat megoldásában elért eredmény a maximális pontszámhoz viszonyítva $70,2\%$ volt. E feladatok közül a 9. feladat bizonyult a legnehezebbnek a versenyzők számára ($50,4\%$), s az 5. feladat megoldásában érték el legjobb eredményt a versenyzők ($89,1\%$).

Bár a feladatok mindegyike most is és a korábbi években is megoldható volt az általános iskolai ismeretek felhasználásával, a versenyzők közül többen alkalmazzak olyan képletet, amely csak középiskolában tantervi anyag (különösen a 2. és a 10. feladat megoldásában). A versenybizottság természetesen az ilyen feladatmegoldásokat is elfogadta, ha egyébként a megoldás jó volt; helyesebbnek ítéljük azonban azt, ha a tanulók a versenyre való felkészülés során inkább az általános iskolában tanultakat mélyítik el. A középiskolai tananyag előretanulása ugyanis túlterheléshez vezetne, nem egyeztethető össze a verseny célkitűzésével, s általánossá válása esetén lehetetlenné tenné a verseny tematikai körülhatárolását.

A második feladatlapon szereplő kísérletekben a versenyzők a 2. táblázatban feltüntetett átlageredményeket érték el.

2. táblázat

Feladat	1.	2.	3.
Pontszám	4	4	7
Átlagos megoldás (%)	82,6	57,6	81,4

b) A versenyzők egyéni eredményei

A két fordulóban összesen elérhető maximális pontszám 63 volt. A versenyzők által elért átlagos pontszám 45,0 a maximális pontszám 71,4%-a. Az egyenkénti pontszám 31 és 59 között oszlott meg.

Az első tíz helyezést a következő versenyzők érték el:

1. Kaufmann Zoltán, Vác, Hámán Kató Ált. Iskola (tanára: Nagy Mihály);
2. Lengyel Gábor, Devecser, Ált. Iskola (tanára: Péter László);
3. Bene Gyula, Miskolc, 34. sz. Ált. Iskola (tanára: Kaus Sándorné);
4. Bognár Lajos, Szombathely, Fürst Sándor Ált. Iskola (tanára: Nagy István);
5. Kovács Zoltán, Kaposvár, Krénusz János Ált. Iskola (tanára: Nagy Előd);
6. Korga György, Budapest II., Lorántffy Zsuzsa Ált. Iskola (tanára: Szabolcsik Ferencné);
7. Csordás András, Esztergom, Gyakorló Ált. Iskola (tanára: Adorjánligeti Anna);
8. Kolbe Tibor, Budapest XIII., Rajk László Ált. Iskola (tanára: Bodor Lászlóné);
9. Orechóczi László, Budapest, Pozsonyi úti Ált. Iskola (tanára: Linka Károly);
10. Rappai András, Pécs, Alkotmány u.-i Ált. Iskola (tanára: Bartek József és Sebestyén Zoltán).

Versenybizottság

A súrlódási erő

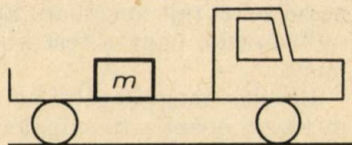
II. rész

2. Igen sok feladatban fordul elő, hogy a súrlódó felületek mindegyike mozog.

Tekintsük át most röviden a súrlódási jelenségeket mozgó alapfelület esetén, tehát mondjuk egy teherautó rakfelületén. Kvalitatívan legegyszerűbb azt mondani, hogy rögzítsük koordináta-rendszerünket a teherautóhoz, s akkor az eddig elmondottak érvényben maradnak. Ha számolni kezdünk, rögtön látható azonban, hogy nem biztos, hogy egyszerűbbé tettük a leírást, hiszen az alaprendszer mozgásától függően esetleg állandóan más és más gyorsuló rendszerben kellene tárgyalni a jelenségeket.

A szemlélet alapján azonban azt a következtetést levonhatjuk, hogy a súrlódás minősége nyilván a csúszó felületek relatív sebességétől függ. (Együtt mozgó testek esetén tapadó súrlódás, különböző sebességű testek között pedig csúszó súrlódás lép fel.)

A kérdés különösen konkrét példák kapcsán válik érdekessé. Egy „a” gyorsulással mozgó teherautó platóján fekvő láda mozgását vizsgálva, a súrlódási erő irányának megállapítása a fentiek megbeszélése nélkül gyakran gondot okoz.



Ha ebben a feladatban mereven alkalmazzuk azt, hogy a súrlódási erő a sebességgel ellentétes irányú, akkor helytelen következtetésekre juthatunk. Az nyilvánvaló, hogy a láda tetszőleges „ a ” és μ esetén is csak a teherautóval egyező irányban gyorsulhat, tehát a láda sebességének iránya megegyezik a teherautó sebességének irányával. A gyorsuláshoz szükséges erőt csak a súrlódás szolgáltathatja, hiszen súrlódás hiányában a teherautó egyszerűen kicsúszna a láda alól.

Ez azonban azt jelenti, hogy most a súrlódási erő iránya megegyezik a test sebességének irányával.

Egyszerűen ellenőrizhető, hogy amíg

$$\frac{\mu_0 G}{m} > a, \quad \text{addig ezt az erőt a tapadási súrlódás}$$

$$\frac{\mu_0 G}{m} < a \quad \text{esetén pedig a csúszó súrlódás szolgáltatja,}$$

ahol G a láda súlya, m pedig a tömege.

Az első esetben a test és a teherautó együtt mozog, a másodikban a test lemarad a kocsihoz képest, a súrlódási erő azonban mindvégig „előre” mutat. (Ez a tény gyakran még I. éves egyetemi hallgatókra is a meglepetés erejével hat.)

3. A súrlódási erőknek sajátos szerepük van a mechanikai energiák átalakulásánál, ugyanis a csúszási súrlódási erők olyan folyamatokkal járnak együtt, amelyek kivezetnek a mechanika köréből. A mechanikai-energia-megmaradás törvénye kizárólag konzervatív erők esetén érvényes. A csúszó súrlódási erő nem konzervatív, így munkája a legtöbb valóságos mozgásfolyamatnál a mechanikai energiák egy részét a test belső energiájába viszi át. (Épp ezért helytelen az a szokás, hogy csúszási súrlódási folyamatoknál az energiamegmaradás tételére hivatkozva számolnak, „figyelembe véve” a súrlódási munkát.)

Minden korlátozás nélkül érvényes azonban az ún. *munkatétel*, akár konzervatív, akár disszipatív erők hatnak. Eszerint a testre ható összes erők munkájának összege egyenlő a test *kinetikai* energiájának megváltozásával:

$$\Sigma W = \Delta E_{\text{kin}}$$

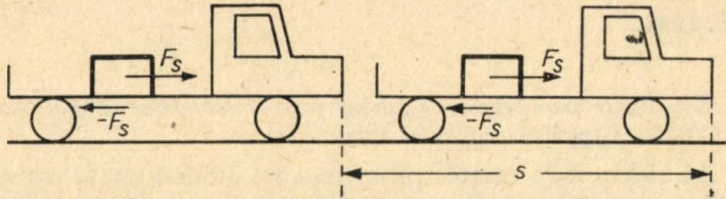
ahol ΣW az összes (külső és belső) erők munkájának összegét jelenti. Ezen a ponton, nevezetesen a súrlódási erők munkájánál jutunk el a jelenségelemzések, ill. feladatmegoldások során olyan lényeges momentumokhoz, amelyek figyelmen kívül hagyása elvileg helytelen gondolatmenetekhez és végeredményhez vezet.

A súrlódási erő a köztudatban jellegzetesen disszipatív erőként él. A súrlódási erők szinte legfontosabb tulajdonságaként szokták említeni, hogy fellépésüket mindig mechanikai energia-veszteségek kísérik. A kijelentés általában igaz, egyetlen kivétel van csak, a tapadási súrlódás.

Elintézhetnénk a dolgot azzal, hogy ez természetes, hiszen a tapadási súrlódás nyugvó testek esetén lép fel csak, s ha nincs elmozdulás, nincs munka sem. Ez azonban, bár nagy általánosságban, ismét igaznak tekinthető, komoly veszélyeket rejt magában. Éppen az imént említett „teherautós” példa kapcsán nyilvánvaló, hogy a test kinetikai energiához juthat a súrlódási erő munkája miatt.

Érdekes megvizsgálni az adott példában, hogy t idő alatt a súrlódás miatt mekkora energia disszipálódik. Természetesen ezt vizsgálva nem korlátozódhatunk csupán a ládára ható súrlódási erőre.

Nézzük először a $\frac{\mu_0 G}{m} > a$ esetet.
Ekkor az autó és a láda együtt mozognak, tehát $F_s = ma$



Mind az autóra, mind a ládára ható súrlódási erő

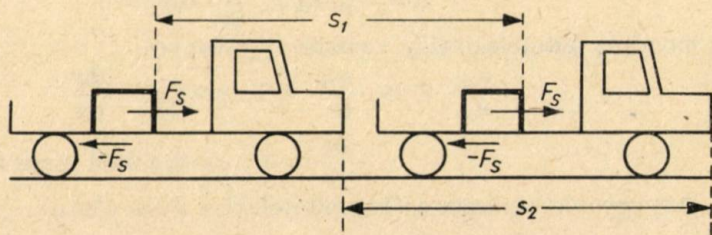
$$s = \frac{a}{2} t^2 \text{ úton fejtette ki hatását.}$$

A ládára ható F_s erő munkája: $W = F_s \cdot s = ma \frac{a}{2} t^2 = \frac{1}{2} mv^2$
a láda kinetikus energiájának megnövelésére fordítódott. Ez az energia azonban nem a semmiből keletkezett, hiszen a gépkocsi motorjának fedeznie kellett a gépkocsira ható $-F_s$ súrlódási erő ellenében végzett, abszolút értékben az előbbivel megegyező munkát. Mivel a két munkavégzés számértékileg megegyezik, látható, hogy a gépkocsi és a láda közötti felületen energiadisszipáció nem történt.

Vizsgáljuk most a $\frac{\mu G}{m} < a$ esetet.

Ez esetben a láda lemarad az autóhoz képest, így csúszó súrlódás lép fel, tehát $F_s = \mu G$

$$s_1 = \frac{\mu G}{2m} t^2 \quad s_2 = \frac{a}{2} t^2$$



A ládára ható súrlódási erő által végzett munka most is

$$W = F_s s_1 = \mu G \frac{\mu G}{2m} t^2 = \frac{1}{2} m v_{\text{láda}}^2$$

a láda kinetikus energiájának megnövelésére fordítódik.

Az autóra ható súrlódási erő azonban $s_2 > s_1$ úton fejtette ki hatását, így a motornak a súrlódási erő ellenében

$$W = F_s s_2 = \mu G \frac{a}{2} t^2$$

munkát kellett végeznie. A két munkavégzés különbsége éppen a t idő alatt disszipálódott energiát adja. Látható tehát, hogy míg tapadás esetén nincs mechanikai-energia-vesztés, csúszás esetén már minden esetben fellép. Ez természetesen nemcsak a konkrét példában, hanem teljesen általánosan is igaz.

Holics László
vezető tanár
ELTE, Apáczai Cs. J. gim.

Dr. Tasnádi Péter
adjunktus
ELTE, Ált. Fiz. Tanszék

Ohm törvénye és elektromos vezetés tértöltés jelenlétében

II. rész.

*Egy elektromos vezetési jelenség fenomenologikus tárgyalása;
a Child—Langmuir-egyenlet származtatása.*

Az elektromos vezetés problémaköre általánosításának egyik iránya a tér-
töltés jelenlétében való vezetés. Erre szeretnénk egy klasszikus példát tárgyalni,
de gondolkodás-módszertani elemzéssel átszöve.

Gáztérben végbemenő elektromos vezetést tárgyalunk, és levezetjük
a feszültségáram-karakterisztikát. A gáztérben semleges atomok, pozitív ionok
és elektronok vannak. A jelen helyzet jó közelítéssel úgy vehető figyelembe,
mintha csak az elektronok képviselnék a vezetést, mivel az elektronmozgékony-
ság jóval nagyobb, mint az ionmozgékonyosság, és a pozitív ionok nem változtat-
ják meg lényegesen az elektronok okozta tértöltést. A semleges atomokkal való
folytonos és rugalmas ütközés miatt ésszerű annak bevezetése, hogy az elektron-
mozgékonyosság állandó. Meg kell engednünk tértöltést, de — mivel a pozitív ion
miatt lényegesen kisebb, mint az elektronkoncentráció —, ezért a tértöltést is
túlnyomórészt az elektronok biztosítják. Ilyen körülmények között a rekombi-
nációt is elhanyagolhatjuk. A problémát vékony, hosszú kisülési csőre oldjuk
meg, vagyis most a legegyszerűbb módon, egydimenzióban, és a stacionárius
állapotot vizsgáljuk. A felhasználásra kerülő egyenletek, melyeket majd a mon-
dott feltételekhez igazítunk:

$$\begin{aligned} \nabla^2 \varphi &= -4\pi q; \quad q = e(n_+ - n_-); \quad j = eE(n_+ u_+ + n_- u_-); \\ E &= -\text{grad } \varphi; \quad \frac{\partial q}{\partial t} + \text{div } j = q. \end{aligned} \quad (13)$$

A mondott feltételeket így vesszük figyelembe:

$$\begin{aligned} \frac{n_+}{n_-} \ll 1; \quad \frac{u_+}{u_-} \ll 1; \quad \text{grad } \varphi = \frac{d\varphi}{dx} \\ \frac{\partial q}{\partial t} = 0; \quad q = 0, \text{ mivel nincs forrás.} \end{aligned} \quad (14)$$

A (13) egyenletrendszer a (14) feltételekkel ilyen alakú:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 \varphi}{dx^2} &= -4\pi q; \quad q = -en \\ j &= enu E; \quad E = -\frac{d\varphi}{dx} \\ j &= j_0, \end{aligned} \quad (15)$$

vagyis az áramsűrűség helytől független állandó.

A (15) egyenletrendszerben φ a potenciált jelenti $n_- = n$ jelölést használunk
a továbbiakban, és j_0 a katód által emittált elektronok áramát jelenti. Térfogati
ionizáció most nincs, ezt $q = 0$ -val vettük figyelembe. Így semleges gáztérben és
viszonylag kevés pozitív ion között a katód által emittált elektronáram folyik,
és az egész áramkörben állandó áramerősség uralkodik. Az elektronok a csőben
tértöltést hoznak létre, ez a tértöltés tetemesen hozzájárul az áram és a mérhető
külső potenciál kialakításához. Látjuk majd, hogy szó sincs az integrális Ohm-
törvény érvényességéről, a feszültség áram-karakterisztika nem lineáris. Ezért

nincs is értelme a cső ellenállásáról beszélni, hiszen — ha mégis ragaszkodunk e fogalomhoz — az a csőre adott külső feszültség minden egyes különböző értékénél más és más.

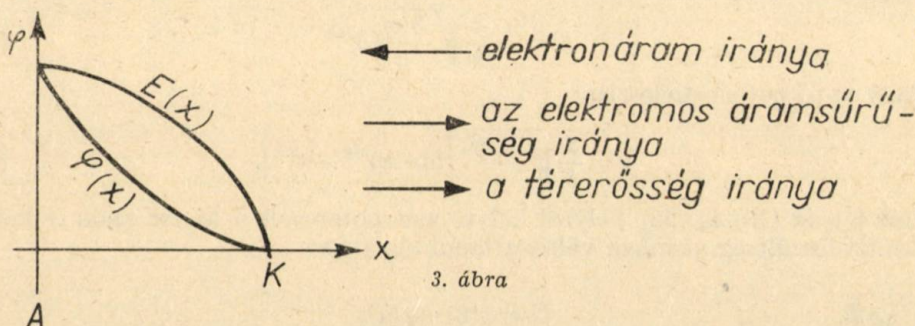
Mielőtt a megoldandó egyenletet felírnánk, vessünk egy pillantást (13) harmadik egyenletére! A (13) egyenletekben e már az elektrontöltés abszolút értékét jelenti, így vettük figyelembe az elektronok negatív előjelét, és u is már a mozgékonyabszolút értékét jelenti. Ha most pl. egyszerre folyik a pozitív és negatív töltéshordozók árama, akkor azok ellentétes irányban áramlanak, de éppen ezért mindketten külön-külön ugyanolyan irányú áramot hoznak létre. Tehát a külön-külön vett áramsűrűségek összegeződnek. Jelenleg azonban csak elektronáram folyik.

Ezután a (15) egyenletrendszerben egymásba való helyettesítés után a $\varphi(x)$ potenciálra differenciálegyenletet nyerünk:

$$\frac{d^2\varphi}{dx^2} \frac{d\varphi}{dx} = -\frac{4\pi j}{u}. \quad (16)$$

Ez az $E = -\varphi'$ helyettesítéssel megoldható. Bevezetve az $x=a$; $E=0$ kezdeti feltételt, megoldásul kapjuk, hogy

$$E = \sqrt{\frac{8\pi j}{u}} \sqrt{a-x}. \quad (17)$$



A geometriai elrendezést a 3. ábrán láthatjuk. Válasszuk origónak az anódot, és ettől a távolságra legyen a katód (3. ábra). Tekintsük mindig az adott elektronemisszióhoz tartozó telítési áramot, akkor — mivel most az elektronok árama biztosítja az áramkör j áramát — az E térerősséget a katódon zérusnak vehetjük. Ezt fejezi ki a fenti kezdőfeltétel. Az elektronok a katódtól az anód felé áramlanak, ami az anódtól a katód felé irányuló áramot jelent. Ezért az E térerősség és a j áramsűrűség pozitív x irányú. $E > 0$ (17)-ből látható, és ennek alapján $j > 0$ is fennáll. A (17) egyenletből kapjuk a potenciáeloszlást:

$$\varphi = - \int E dx + K; \quad \varphi = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{8\pi j}{u}} (a-x)^{3/2} + K$$

Legyen a potenciálra a kezdőfeltétel: $x=a$; $\varphi=0$. Ebből $K=0$, így a potenciáeloszlás:

$$\varphi = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{8\pi j}{u}} (a-x)^{3/2}. \quad (18)$$

A kisülési csőre adott feszültség az anód és katód potenciál különbsége, tehát
 $U = \varphi(0) - \varphi(a),$
 ami (18) alapján

$$U = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{8\pi j}{u}} a^{3/2}. \quad (19)$$

Ha az U feszültséget változtatjuk, és a katód elektronemissziója mindig képes fedezni a megnövekedett telítési áramhoz szükséges töltéshordozókat, jelenleg az elektronokat, akkor a (19) összefüggés éppen a vezetés feszültség—áram-karakterisztikája, ahol j a mindenkor U -hoz tartozó telítési áramsűrűség. Így a mondott karakterisztika (19)-ből négyzetre emeléssel új formát ölt:

$$j = \frac{9}{32} \frac{u}{\pi} \frac{U^2}{a^3}. \quad (20)$$

Az ilyen karakterisztika realizálható, mivel a katód körüli tértöltésfelhőből fedeződik a pillanatnyi áram fenntartásához szükséges elektronszám. Látjuk, hogy négyzetes karakterisztika adódott, ezért az integrális Ohm-törvény nem érvényes. A kapott jelentős (20) egyenletet nevezzük Child—Langmuir-egyenletnek.

Tudjuk, hogy a potenciál additív konstans erejéig meghatározott, tehát alapszintjét — a 0 nívót — bárhol felvehetjük. Ezzel a vezetési tér minden pontjában más-más potenciálértéket kapunk. Mégis, a potenciállal kapcsolatos problémák megoldása egyértelmű, ugyanis mindig két hely közötti potenciálkülönbség fordul csak elő a megoldásokban. Ez viszont már egyértelmű.

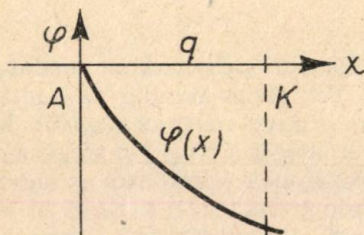
Válasszuk például az előbbi potenciál nulla nívóját önkényesen a következőképpen: $X=0$; $\varphi=0$. Ebből

$$K = -\frac{2}{3} \sqrt{\frac{8\pi j}{u}} a^{3/2}. \quad (21)$$

Ezzel az új potenciáeloszlás:

$$\varphi = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{8\pi j}{u}} \left((a-x)^{3/2} - a^{3/2} \right) \quad (22)$$

Mint látjuk (18) és (22), helyről helyre más potenciált ír le. Az anód és katód közötti feszültség azonban változatlanul ugyanaz:



$$U = \varphi(0) - \varphi(a);$$

$$U = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{8\pi j}{u}} a^{3/2}. \quad (23)$$

Tehát (19) és (23) már azonos, vagyis ugyanaz a karakterisztika származtatható így is. A potenciál jelenleg a 4. ábra szerinti:

4. ábra

Érdeklősséggel megnézzük a pozitív ionok okozta hasonló tértöltési problémát. Ez esetben a (15) egyenletrendszer ilyen alakú:

$$\frac{d^2\varphi}{dx^2} = -4\pi\rho; \quad \rho = en$$

$$j = enu E \quad (47)$$

$$E = -\frac{d\varphi}{dx}$$

$$j = j_0.$$

Hasonlóan nyerhető a (16)-tal analóg differenciálegyenlet:

$$\varphi'' \varphi' = \frac{4\pi j}{u}. \quad (48)$$

Új változóval ($E = -\varphi'$) a megoldás:

$$E^2 = \frac{8\pi j}{u} x + K. \quad (24)$$

Az $x=a$; $E=0$ kezdőfeltétel most nem lehet megoldás, mert ezt kapnánk:

$$E = \sqrt{\frac{8\pi j}{u}} \sqrt{x-a}, \quad (24a)$$

ami $x < a$ -ra nincs értelmezve, holott $0 \leq x \leq a$ intervallumban vizsgáljuk a térerősséget. Hogy (24a) nem megoldás, a fizikai szemléletnek is megfelel, mert pozitív ionáramlás esetén értelemszerűen az anódon kell zérusnak lennie a térerősségnek. Ezek szerint az $X=0$; $E=0$ kezdőfeltételnek van értelme.

Ezzel:

$$E = \sqrt{\frac{8\pi j}{u}} \sqrt{x}. \quad (25)$$

A potenciál:

$$\varphi = -\frac{2}{3} \sqrt{\frac{8\pi j}{u}} x^{3/2} + K. \quad (26)$$

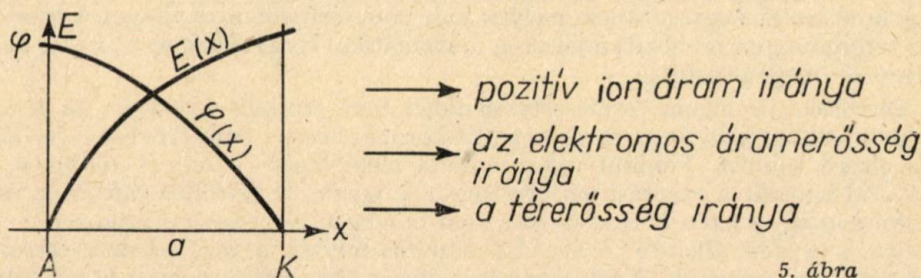
Az $x=a$; $\varphi=0$ kezdeti feltétellel:

$$\varphi = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{8\pi j}{u}} (a^{3/2} - x^{3/2}). \quad (27)$$

A katód—anód potenciálkülönbségre ismét (19) adódik:

$$U = \varphi(0) - \varphi(a) = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{8\pi j}{u}} a^{3/2}.$$

Az 5. ábra a térmennyiségek mostani lefutását mutatja:

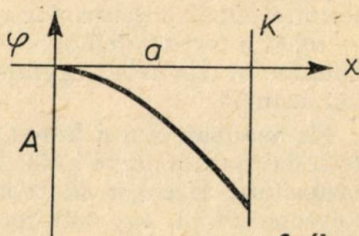


5. ábra

Ha a potenciálra az $X=0$; és a $\varphi=0$ kezdőfeltételt választjuk, akkor (26)-ból:

$$\varphi = -\frac{2}{3} \sqrt{\frac{8\pi j}{u}} x^{3/2}. \quad (28)$$

Ebből szintén (19)-et kapjuk. A potenciál lefutását a 6. ábra mutatja:



6. ábra

A felhasznált tértöltési egyenletekkel nehezebb problémák is tárgyalhatók. Ilyenek a telítési jelenségek, mikor is véges teljesítményű ionforrás szolgáltatja a töltéshordozókat, és a rekombinációt is figyelembe kell vennünk. Ekkor az

áramerősség aszimptotikusan tart a telítési értékhez, miközben az anódfeszültséget egyre növeljük. Az anódfeszültség kis értékeinél a feszültségáram-karakterisztika jó közelítéssel lineárisává válik, így a telítéstől távol eső feszültség-tartományban érvényes lesz az integrális Ohm-törvény mint az elektromos vezetés egyszerűbb formája. Ehhez a problémakörhöz kapcsolódik gázok önállótlan vezetése az induló feszültség-tartományban, mely kvalitatíve a tananyagának is része.

7. A tértöltési jelenségek tárgyalásának problémafelvetése

A tértöltési jelenségek egzakt tárgyalása matematikai szempontból meglehetősen nehéz. Hogy milyen nehézségekről van szó, rövid számolással körvonalazzuk. Tekintsünk pl. egy fémvezetőt. Itt a vezetési tér forrásmentes, méghozzá külön a pozitív rációnokra és külön az elektronokra nézve. A rációnok helyhez kötöttek lévén, nem vesznek részt a vezetésben. Tehát az elektronok képviselte áramra — ami most a teljes áram — igaz, hogy $\text{div } \mathbf{j} = 0$, ezért $\mathbf{j} = \mathbf{j}_0$ állandó. Fennáll az $n_+ = n_-$ töltésneutralitás is, így $E = E_0$; a tér homogén. $\mathbf{j}_0 = en$. $(u_1 + u_2)E_0$; jelenleg u_1 , a pozitív töltéshordozók mozgékonyasága zérus. Mivel $\mathbf{j}_0 = \sigma E_0$, azért σ is állandó és kifejezhető n -nel, ha még az u mozgékonyaságot is n függvényeként határozzuk meg. Gázokra valóban ki is számítottuk, melyet a (12) képlet tartalmaz. Az a lényeges tehát, hogy olyan vezetési terekre, melyekben nemcsak a teljes áramsűrűség divergenciamentes — vagyis mindkét előjelű töltéshordozóra nézve együttesen forrásmentes a tér —, hanem külön a pozitív és külön a negatív töltéshordozókra is forrásmentes a tér, az elektromos vezetés egyszerűen és egzaktul tárgyalható.

Egyáltalán nem ilyen a helyzet, ha a különböző előjelű töltéshordozókra külön-külön forrásos a tér pl. külső ionizátor és rekombináció együttesen helyfüggő forrásként hat. Ekkor a teljes $\mathbf{j} = \mathbf{j}_1 + \mathbf{j}_2$ áramra fennálló forrásmentes kontinuitási egyenleten kívül még külön $\mathbf{j}_1$ és külön $\mathbf{j}_2$ -re is teljesülnie kell egy-egy kontinuitási egyenletnek, melyek már nem forrásmentes állapotot írnak le. Ez tetemesen megnehezíti a jelenség matematikai tárgyalását és a fizikai képet is erősen megváltoztatja.

Tértöltési probléma természetesen lehet nem triviális akkor is, ha fennáll az említett kétfajta forrásmentesség. Ekkor más helyen mutatkozhat a triviális-tól eltérő többlet. Például vákuumdióda elektroncső vezetését tekintve, itt a katód emittál, a vezetési tér forrásmentes ugyan, de tértöltés van jelen, és ez a Poisson-egyenleten keresztül már nem homogén térerősség-eloszlást követel, és így $n(x)$ sem állandó. A katód emissziója folytán a vezetést az elektronok képviselik a csőben is. A folytonos áramlást az biztosítja, hogy a katód körüli tértöltésfelhőből elektronok távoznak az anódra, a megüresedett helyre viszont — tehát a tértöltésfelhőbe — a külső vezetőkörből jutnak elektronok az izzókatódon át. Így tehát egyfajta töltéshordozó is tudja biztosítani a zárt vezetőkör áramát.

Ha azonban sem a katód, sem az anód nem emittál, akkor mindkét fajta töltéshordozóra nézve külön-külön forrásos tér képes csak elektromos vezetést biztosítani. Ilyenkor adott ionizátor pozitív és negatív töltéshordozókat kelt folytonosan pl. egy ritkított gázzal telt, két elektródával ellátott csőben. Az ellentétes irányban áramló, ellentétes előjelű töltéshordozók egyirányú elektromos áramot biztosítanak.

Ezek után térjünk vissza a pozitív és negatív töltéshordozókra külön-külön fennálló forrásos tér vezetési tulajdonságaira. Tekintsük ismét a (12a) képletet

és az azt megelőző gondolatmenetet. Itt még n és j állandó a vezetés terében és az E térerősség is az ottani meggondolás szerint. Nézzük meg, ez esetben teljesíthető-e egyszerre (a Maxwell-egyenletek ide vonatkozó egzakt megoldását állítva mércének) az n , E , j térmennyiségek helytől való függetlensége a stacionárius állapotban. Legyen q másodpercenként a térfogategységben létrehozott pozitív ionok száma s ez pl. röntgensugár-ionizátor esetén egyenlő a létrehozott negatív töltéshordozók számával. Legyen továbbá γ a rekombinációs együttható, és tegyük fel, hogy a vezetés mindenhol $n_+ = n_-$, vagyis a kétfajta töltéshordozó-koncentráció egyenlő, ahogy ezt (12a) értelmezéséhez hozzáfűztük. A tértöltési problémát egydimenzióban tekintve, a kontinuitási egyenlet stacionárius állapotban a pozitív és a negatív töltéshordozókra külön-külön:

$$\begin{aligned} \operatorname{div} j_1 &= eq - e\gamma n^2 \\ \operatorname{div} j_2 &= -(eq - e\gamma n^2), \end{aligned} \quad (29)$$

ahol e egy töltéshordozó töltésének abszolút értéke. Meggondoljuk továbbá, hogy a pozitív töltéshordozóktól származó áramsűrűség az anódtól a katód felé növekszik, hasonlóan a negatívaktól származó a katódtól az anód felé növekszik, mert az áramló töltéshordozókhoz a különböző helyeken levő egymásutáni térrészekből folytonosan hozzátévődnek az ottaniakból is. Mindezt stacionárius állapotban tekintjük, így minden x helyen beáll egy-egy állandó, de más-más áramsűrűség, hacsak külön tekintjük a pozitív, illetve a negatív töltéshordozókat. Érthetően a katódon csak a pozitív ionok képviselik az áramot, amíg az anódon csak a negatív töltéshordozók. Itt jelentkezik máris az első ellentmondás, bár kvalitatív meggondolással jutottunk még odáig. Az ugyanis, hogy ha valóban csak a pozitívok képviselik a katódon az áramot, akkor ott negatívok nincsenek, és az anódon — fordítva — pozitív töltéshordozók nincsenek. Tehát az $n_+ = n_-$ feltevés nem bizonyult helyesnek, sőt az $n(x) = \text{konst.}$ feltevés sem, hiszen a $j = eunE$ értelmezés alapján ha E értékét állandónak vesszük, akkor az áramsűrűség növekedéséhez a töltéshordozóknak kell felhalmozódnuk az egyik elektródától a másikig, így n zérusról növekszik maximális értékig. Ebből már jobban konkludálhatunk arra, hogy a számítás is igazolja a most egyik oldalról észrevett ellentmondást.

Folytassuk azonban a megkezdett számítást, és próbáljunk kvantitatív eredményre jutni. Ilyen természetű vezetéskor stacionárius állapot az egész áramkörben csak akkor valósulhat meg, ha az előbb említett kétfajta áramsűrűség az elektródákon egyenlő, tehát $j_1(l) = j_2(o)$. Vegyük figyelembe, hogy a pozitív töltéshordozók j_1 áramsűrűsége a 6. ábra koordináta-rendszerében pozitív irányú, a negatív töltéshordozók áramlásának iránya negatív irányú, de az általuk képviselt elektromos áram iránya pozitív irányú. Úgy vehetjük tehát, hogy amennyi pozitív rész kilép a gázkisülési csőből a katódon át, ugyanannyi pozitív rész lép be a cső terébe az anódon keresztül. Így biztosítva van a folytonosság a külső körben. De egyben magában a csőben levő vezetési térben is biztosítva van a stacionaritás, mert a csőben egy tetszőleges x helyen — mivel a negatív töltéshordozók áramlása negatív irányban pozitív elektromos áramnak számít — az összes elektromos áram az azon helyen érvényes áramsűrűségek összege: $j = j_1 + j_2$. Most már csak azt kell belátnunk, hogy $j_1 + j_2$ helytől függetlenül állandó. Így azt várjuk, hogy $j_1 + j_2 = j_1(l) = j_2(o) = \text{konst.}$ Gondoljuk meg ehhez, hogy valamennyi keletkező töltéshordozót és az összes rekombinációt tekintve a vezetési tér forrásmentes. Ez (29)-ből ki is derül. Ha ugyanis a $\operatorname{div} j_1 + \operatorname{div} j_2 = \operatorname{div}(j_1 + j_2)$ kifejezést tekintjük, akkor (29)-ből láthatóan ez zérus, és így $j_1 + j_2 = \text{konst.}$ A finomabb részletek kiszámítással mutatkoznak.

Integráljuk ki külön a kontinuitási egyenleteket, akkor:

$$\begin{aligned} j_1 &= (eq - e\gamma n^2)x + K_1 \\ j_2 &= (eq - e\gamma n^2)x + K_2, \end{aligned} \quad (30)$$

mivel most feltettük, hogy $n_1 = n_2 = \text{konst.}$

A kezdőfeltétel az előbbi megfontolás szerint:

$$\begin{aligned} j_1\text{-re nézve: } x &= 0; j_1 = 0, \\ j_2\text{-re nézve: } x &= l; j_2 = 0. \end{aligned}$$

Ezekből:

$$K_1 = 0; K_2 = (eq - e\gamma n^2)l.$$

Így az áramsűrűségek:

$$\begin{aligned} j_1 &= (eq - e\gamma n^2)x; \\ j_2 &= (eq - e\gamma n^2)(l - x); \\ 0 &\leq x \leq l; \end{aligned} \quad (31)$$

$$j_0 = j_1 + j_2 = (eq - e\gamma n^2)l. \quad (32)$$

Látható tehát, hogy $j_1(x) + j_2(x)$ valóban állandó, egyben $j_0 = j_1(l) = j_2(0)$ is látszik, míg az egyes áramsűrűségek helyfüggők.

A j_0 áram folyik az egész áramkörben, tehát a gáztérben és a külső körben is. Ennek mérésével az n térfogati koncentráció (32)-ből kiszámítható. A j_1 és j_2 függvényeket a 7. ábra mutatja.

A Poisson-egyenlet szerint:

$$\varphi'' = -4\pi q$$

továbbá $E = -\varphi'$ és $q = e(n_1 - n_2)$; a feltevés szerint $n_1 = n_2$.

Ezeket egybevetve kapjuk, hogy $E = 0$, tehát $E = E_0$. Így a gáztérben a térerősség végig állandó. Ha itt megállnánk, akkor mondhatnánk, éppen j , n , E állandóságát akartuk megalapozni. A (12a)-ban adott áramsűrűség korpuszku-láris modellje azonban a $v = uE$ (6)-ban adott feltevésre épült, vagyis az állandó ionmozgékonyyságra. Ebből a j áramsűrűsége a

$$j = enuE$$

összefüggés adódott. Ezek szerint j -nak ezzel a képletével is teljesülnie kell (29) mindkét kontinuitási egyenletének. Mivel e , u és E állandók, ezért

$$euE_0 \frac{dn}{dx} = eq - e\gamma n^2 \quad (33)$$

differentiálegyenletnek is teljesülnie kell. Feltételeztük még a térfogati koncentrációhelytől való függetlenségét is, így $dn/dx = 0$. Ha ezt nem tennénk fel — mint ahogy van már erre érvünk —, akkor a (33) egyenlet arth x szerint változó helyfüggő $n(x)$ -et adna, viszont (31)-gyel kerülnénk ellentmondásba, mivel itt az $n = \text{konst.}$ feltevést erőteljesen kihasználtuk. Maradjunk az eredetileg tett feltevés mellett: $dn/dx = 0$. Ekkor a (33) egyenletből

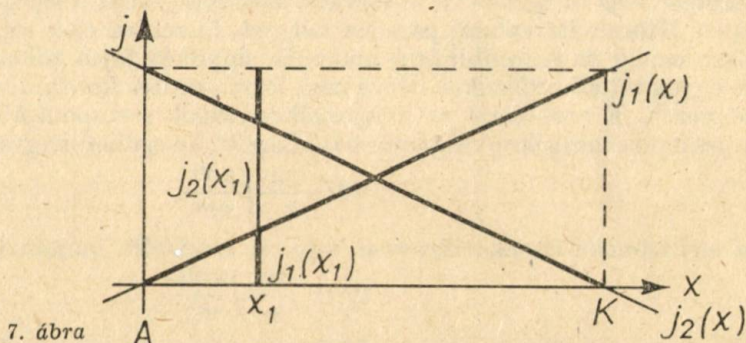
$$n = \sqrt{\frac{q}{\gamma}} \quad (34)$$

adódik az állandó n értékre. Ebből kétféle ellentmondás is származik. Változtatva az anódfeszültséget, más-más j_0 áramot kapunk; igen nagy anódfeszültség hatására j_0 telítési értékét veszi fel. Tartsuk szem előtt, hogy j_0 csak helytől független, de a kisülési csőre adott feszültségtől nem. Így más-más U anódfeszültség más-más j_0 áramot hajt a körben, és (32) szerint más-más j_0 -hoz — fizikai szemléletünknek is megfelelően — más-más n térfogati koncentráció tartozik és éppen növekvő j_0 -hoz csökkenő n érték. Ezt összevetve (34)-gyel, eszerint csak egyetlen n érték létezik, mivel q és γ állandó számok. Az újabb el-

lontmondás — amit végül is az előbbi már tartalmaz — akkor látható, ha (32)-be helyettesítjük. Ekkor azt kapjuk, hogy $j_0=0$. Igaz, hogy $j_0=0$ esetben $n=n_{\max}=\sqrt{q/\gamma}$, csak egyszerre a $j_0>0$ áram és a maximális térfogati koncentráció — ezt adja éppen (34) — nem valósulhat meg.

Ezért tehát a korpuszkuális elektromos vezetésnek konstans mozgékony-ságokkal adott modellje, mikoris a pozitív és negatív töltéshordozókra külön-külön forrásos a tér és $n_+=n_-=\text{konst.}$, nem lehet egzakt megoldása a tér-töltési problémának. Mondhatjuk, hogy a modell tartalmaz igazságot, és (12a) nem elvetendő, de több benne a szemléletesség, mint amit az egzakt megenged. Az ilyen helyzetek, most a modern fizikára gondolva, egyáltalán nem kivételesek vagy egyediek.

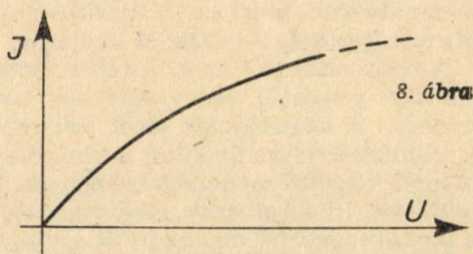
A (12a) formulát tehát közelítő formulának kell tekintenünk olyan értelemben, hogy $j_1(x)$ és $j_2(x)$ függvények igazában nem lineárisak a 7. ábra szerint, és az elektromos tér sem homogén; $E \neq \text{konst.}$ Feltehetően az eltérés nem lényeges, illetve meg lehet választani úgy a vezetés paramétereit, hogy a modell lényegét megtartva, a valóságos $j(x)$ és $E(x)$ nem különböznek lényegesen az előbbike során feltételezett alakjuktól.



7. ábra

Ebben a közelítésben még $n(x)$ -re is állandó érték adódik. Mindezt úgy képzeljük el, hogy a térerősség kicsi, tehát kis anódfeszültséget kapcsolunk a csőre. Ekkor (33) bal oldala tetszőlegesen közel lehet zérushoz, így (34) adja valóban a térfogati sűrűség közelítő értékét, méghozzá n_1 és n_2 -re is, tehát $n_+=n_-$ is adódik egyben. Érvényes marad (31) és a 7. ábra. Végül $n_+=n_-$ miatt a Poisson-egyenlet is $E=E_0$ állandóra vezet, amit e közelítésben a (33) egyenletben kihasználtunk.

A telítési jelenségeket is csak a tér-töltési probléma megoldásával lehet tárgyalni. Gondoljunk külső ionizátorral ionizált gáztérre. Kis térerősségek esetén, vagyis az anódfeszültség nem nagy értékénél, a feszültség—áram-karakterisztika lineáris, majd növekvő anódfeszültségre a karakterisztika aszimptotikusan telítési jellegű lesz a 8. ábra szerint:



8. ábra

Ezek szerint az induló feszültségtartományban az integrális Ohm-törvény érvényes, majd később teljesen érvényét veszíti. Tudjuk, hogy a feszültség további növelésekor — eljutva az adott ritkításhoz tartozó ütközési ionizációt kiváltó feszültségig —, a karakterisztika meredeken emelkedik. Az elektromos vezetésnek erről a fajtájáról most nem beszélünk. Nem lehet érdektelen feladat

a felvázolt telítési jelenség tárgyalása, tehát a 8. ábrán jelzett, kezdetben az integrális Ohm-törvényt is magában foglaló karakterisztika-szakasz egyenletének levezetése. Ha a (29)–(34) egyenleteket az előbbieken mondott közelítésként értelmezzük, akkor ezek éppen az induló tartomány integrális Ohm-törvényét szolgáltatják, hiszen n, j és E térmennyiségek kis térerőségek esetén közelítőleg helytől függetlenek. Ellentmondás csak akkor van, ha ezeket bármilyen térerőségek esetén is helytől független állandóként akarnánk értelmezni. Ha viszont j és E állandók, és így $n_+ = n_-$, akkor a differenciális Ohm-törvényt integrálja, — bevezetve $E = \Delta V / \Delta x$ -szel az anódfeszültséget — az integrális Ohm-törvényt szolgálhatja. Magát a telítési áramsűrűséget viszont egyszerű gondolatmenettel azonnal felírhatjuk, hiszen ekkor már a rekombináció lehetetlen, így a távozó töltéshordozók egyenlők a keletkezőkkel, tehát $j_{\max} = eqI$. Így az induló és telítési tartományt tárgyaltuk, de külön-külön. Minket az érdekelne igazán, hogy ha egyetlen függvénybe tudnánk foglalni az egész jelenséget. Erre is van mód közelítéssel, de ehelyütt nem térünk ki a tértöltési egyenletek részletes tárgyalására.

Megemlítendő azonban még egy érdekes kérdés. Mint tudjuk, az elektrolitok vezetésére az integrális Ohm-törvény érvényes, tehát a legegyszerűbb vezetés-típus. Nincs-e itt valami paradox helyzet, hiszen az elektrolitokban folytonos disszociáció és rekombináció működik mindkét fajta töltéshordozóra, tehát az egyes töltéshordozókra nézve nem forrásmentes kontinuitási egyenletek érvényesek. E problémát az ionmozgékonyságok szempontjából kell vizsgálni. A gázionok mozgékonyága normál állapotú levegőben nagyságrendben

$$10^3 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \bigg/ \frac{\text{volt}}{\text{cm}},$$

az elektronoké ennek tízszerese, míg az elektrolit ionjainak mozgékonyága

$$10^{-4} \frac{\text{cm}}{\text{s}} \bigg/ \frac{\text{volt}}{\text{cm}}$$

nagyságrendű. Tehát 10^7 -szer kisebb az elektrolit ionjainak mozgékonyága a gázionokéinál. Ezek szerint ha a (33) egyenlet alapján olyan kis E térerőséget alkalmazunk gázban, melyre nézve még (34) érvényes, amiből az integrális Ohm-törvény következik, de már éppen a telítés határán vagyunk, a sokkal kisebb ionmozgékonyság miatt az elektrolitban e térerősség 10^7 -szeres értékénél következne csak be a telítés kezdete. Így az elektrolitokra gyakorlatilag nincs telítés, mert igen nagy tereket kellene alkalmazni. Elvileg itt is telítési jelenségnek kell bekövetkeznie kellően nagy térerősség esetén. Ezen megfontoláson nem változtat, hogy az elektrolitban a (33) egyenlet jobb oldala — vagyis a teljes forraserősség — explicit kifejezése más alakú.

A pontosítás felé az út a teljes tértöltési differenciál egyenletrendszer megoldásán keresztül vezet, melynek azonban komoly matematikai nehézségei vannak. A közelítésnek most már egy magasabb foka az, hogy nem teljesen a szemléletességre építjük, hanem magát az egyenletrendszert vizsgálva, próbálunk közelítő módszert kidolgozni. Bár az eljárás fizikai oldalát, a realitást tekintve, az lehet csak megnyugtató, ha a matematikai közelítések alapjait a fizikai szemlélet utólag jóváhagyja, esetleg éppen az sugallja. A szemléletességet olykor valóban fel kell adni, vagy talán azt mondhatnánk, hogy a szemléletességnak vizuális alakját, de egy tágabb értelemben vett fizikai szemléletességet — ami sokszor nem rögzíthető vizuális képhez — nem szabad feladni.

Dr. Wiedemann László
Fővárosi Pedagógiai Intézet

Kísérletek bemutatása írásvetítővel

II. rész

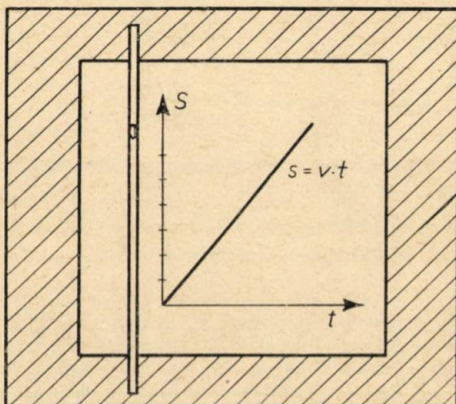
II. Pont mozgásának kinematikai leírása

Az egyenes vonalú egyenletes mozgás vizsgálata Mikola-csővel az egyik leg-egyszerűbb mérés, amelyet tanulói kísérletezés formájában még a legrosszabb felszereltség mellett is el lehet végezni. Az írásvetítővel való összekapcsolását sem azért említem meg, mintha vitatnám az önálló tanulói kísérletezés ismert előnyeit, hanem mert a fizika módszereinek erőteljes demonstrálására ad lehetőséget.

A középiskolai oktatásban kissé elsikkad az egyenes vonalú mozgások leírásának szaktudományi alapja: meg kell adni a pontoszerű test ebben az esetben egyetlen helykoordinátáját az idő függvényében. Ehhez önkényesen választható a mozgás egyenesébe fektetett koordinátatengely nullpontja, és ettől függetlenül a $t=0$ időpillanat. A célszerűség azt sugallja, hogy a stoppert akkor nyomjuk meg, mikor a pont a koordináta-rendszer origójában tartózkodik.

Az elmondottakat szépen demonstrálhatjuk az írásvetítő felhasználásával. Az első kísérletben a munkafelületre kismértékben megdöntött Mikola-csövet helyezünk. A munkafelület felett lassan áthaladó buborék vetített képe rendkívül látványos. A kísérlet megismétlésekor a cső alá fektetjük skálázott koordinátatengelyünket, végül segítségével kiegészítve a 8. ábra szerinti végső helyzetet látjuk kivétve, ahol már az „időben való széthúzás” grafikont is eredményezett.

Ha a tanulók ezután látnak hozzá a mérések végzéséhez, bizonyára mélyebb lesz munkájukban a fizikai tartalom.



Kis mértékben megdöntött üveglapon golyót gurítva demonstrálhatjuk az $s = \frac{a}{2} t^2$ 8. ábra

függvény kialakulását is. A koordinátatengelyt a lejtő irányába fektetjük, a golyót az origóba helyezve magára hagyjuk. Ez legyen a $t=0$ időpillanat, hiszen az $s = \frac{a}{2} t^2$ „úttörvény” csak ezen feltételek mellett lesz ilyen alakú.

További tanulságos kísérlet, ha a golyót nemcsak magára hagyjuk, hanem a gyorsulásra merőleges v_0 kezdősebességet is adunk neki. Kísérletünkkel a mozgások összetevéséhez kaphatunk kiindulópontot.

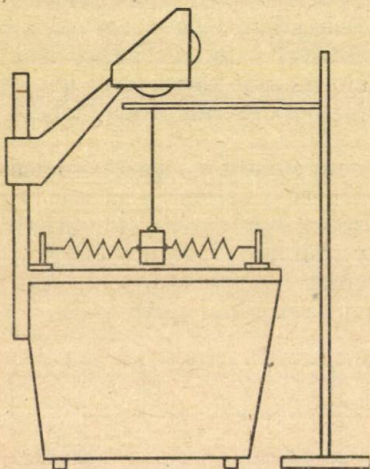
III. Kísérletek az inga felhasználásával

A mechanikai kísérleteknek az osztály bevonásával történő elemzése gyakran válik nehézkessé, mert a tanulók csak kisebb számban, rossz megfigyelési feltételek között vizsgálhatják a jelenséget. További gondokat okoz, ha a megfigyelési szempont finomabb részletekre, nehezen elkülöníthető effektusokra vonatkozik.

Ilyen kísérlet például a *fondálinga lengéseinek* vizsgálata. Az írásvetítő mellé 1 m magas állványt helyezünk. Az ikerlencsés objektív magasságában egy vízszintes helyzetű, 3–4 mm átmérőjű tartópálcát rögzítünk, amelyet átvezetünk közvetlenül az objektív alatt is. Megfigyelhető, hogy a vetített képen ez az átvezetés csak alig észrevehető, elmosódott árnyékot eredményez, ez a készülék optikai konstrukciójából következik.

A kiegészítő állvány ugyanakkor megteremti annak a lehetőségét, hogy a munkafelület üveglapja fölé tárgyakat függesztünk fel úgy, hogy a kivetített kép minősége ne romoljék.

Alapkísérletünkben a vízszintes tartóra ingát kötünk, amelyet a munkafelület közepe fölé függesztünk. A vetített képen éles árnyék jelenik meg, az ingatest árnyéka. A tanulók az írásvetítő munkaterében megvilágítva látják magát a fonálingát, a kivetített képen pedig a mozgás folyamatát szemlélhetik.



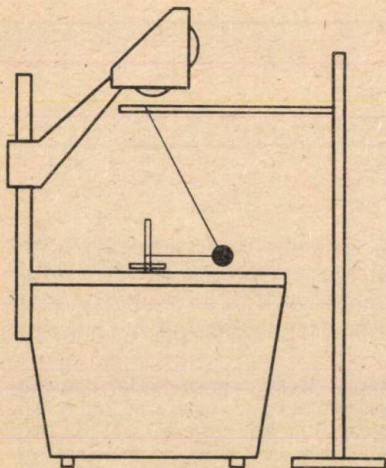
Az alkísérlet továbbfejleszthető, és alkalmas a *harmonikus rezgés* demonstrálására is. Az ingatesthez két egyforma rugót kötünk, javasolható például hasznavehetetlenné vált dinamométer rugójának két egyenlő hosszúságú darabja. A rugók másik végét a korábbi kísérletekben használt tartókhoz rögzítjük. Az összeállítást a 9. ábrán szemléltettjük.

Ez a kísérlet nemcsak a jelenség ideális megfigyelését, hanem kvantitatív vizsgálatokat is lehetővé tesz. A legelső sztatikai kísérletben leírt módszerrel, az ott alkalmazott skálák felhasználásával, az osztály egészét bevonva meghatározzuk a rugóállandókat. Ezután a 9. ábra szerinti összeállítást megvalósítva megmérjük a rezgésidőt. Az ingatest tömegének ismeretében ezt az időtartamot számolni is tudjuk. A mért és a számolt értékek összehasonlítása a tanítási óra izgalmas pillanata.

Kísérletünket a Newton-törvények érvényesülésének demonstrálására is alkalmazhatjuk, ha elvégezzük például a Budó Ágoston: Kísérleti fizika I. 57. oldalán leírt kísérletsorozatot.

A *kúpínga* tárgyalását a középiskolában azért tartom fontosnak, mert a levozt következtetés — adott sugarú körpálya csak egy kritikus kerületi sebesség biztosításakor jön létre — igen jól hasznosítható a bolygók, műholdak mozgásának dinamikai vizsgálatánál.

Az írásvetítő kísérlet elvégzésekor az inga alá fóliát helyezünk, amelyre koncentrikus köröket rajzolunk. Az ingát kitérítjük, majd a kitérés irányára merőlegesen meglökve, elindítjuk. Néhány próbálkozás után sikerül megvalósítani a körpályát, a tanulók érdeklődése eközben bizonyára fokozódik. A kritikus sebesség meghatározása is lehetséges, ha a berendezést ennek mérésére egy újabb kényszer létrehozásával alkalmassá tesszük.



A 10. ábra szerinti elrendezésben középre egy tartót helyezünk. Vékony fonálból készült hurokkal, amely könnyen csúszik a tartó függőleges fémhengerén, rögzítjük a körpálya sugarát. Az ingát a hurokra merőleges v_0 kezdősebességgel meglökjük. Ha v_0 elég nagy, a fonál megfeszül, a fémhengeren való csúszása folytán az ingát kis mértékben fékezi. A vetített képen megfigyelhetjük, hogy a hurok feszessége egy idő múlva megszűnik, az inga ettől kezdve kevésbé fékeződik, és több kört fut be a test jó közelítéssel ugyanazon a körpályán.

A körülfutási időt megmérjük, a pálya sugarának a vetített képről való leolvasásával a kritikus sebességet meghatározhatjuk. Az inga hosszának megmérése után elvégezhetjük a dinamikai probléma megoldását is, ebből a kritikus sebesség számolható. A mért és a számolt érték egyeztetése a tanultak alkalmazásához biztosságerzetet kelt a tanulóknál.

Az alapkísérlet különféle kiegészítésével a további egyszerűen elvégezhető, gyorsan összeállítható, ugyanakkor a tanításban eredményesen felhasználható kísérleteket végezhetünk. Példaként néhányat említek azok közül, amelyek nem a periodikus mozgások köréből valók.

A kúpinga teste legyen cserélhető, alkalmazunk acélgolyót, ólomgolyót stb. Helyezünk középre rugalmas anyagból készült téglatestet, melynek tömege akkora, hogy a következő *ütközési kísérleteknél* nem mozdul el. Az ingát kitérítjük az ütközési felületre merőlegesen, majd magára hegyjük. A visszapattanás utáni kitérésből, amelyet a munkafelületre helyezett, megfelelő skála alkalmazásával le is olvashatunk, a mechanikai-energia-veszteség mértékére következtethetünk..

Ha a kitérés nem a felületre merőlegesen, hanem azzal α szöget bezáró irányban történik, a *ferde ütközést* demonstrálhatjuk. Ilyenkor célszerű a tökéletesen rugalmas ütközést a lehető legjobban megközelíteni, kisméretű acélgolyó elég jól megfelel. Ha a munkafelületre segédfóliát helyezünk, amelyen a beesési és a visszaverődési szöveget a szokásos módon feltüntettük, a valóságos folyamatot és a füzetbe kerülő hagyományos rajzot a kivetített képen egyszerre szemlélhetik a tanulók.

Golyók centrális ütközését figyelhetjük meg, ha két ingát függesztünk fel a kiegészítő állvány vízszintes rúdjára, és az egyik ingát kitérítjük, majd elengedjük. Ólomgolyókkal a rugalmatlan ütközés utáni együtthaladás demonstrálható, különböző tömegű acélgolyók alkalmazása esetén pedig a rugalmas ütközés utáni viszonyokat tanulmányozhatjuk. A mérések ezeknél a kísérleteknél nehézségekbe ütköznek, kvalitatív megállapítások azonban szépen alátámasztják a számolással nyert eredményeket. A hagyományos kísérletekkel szemben ismételn kiemelem azt az előnyt, hogy a vetített képen az egész osztály jól megfigyelheti a jelenségeket.

Elektromágneses jelenségek széles köre válik jól bemutathatóvá, ha a munkafelület fölé vékony fonálon iránytűt függesztünk. Még alkalmasabb a kisméretű ferrit-rúd: a kísérletek során a magnetométerhez készült mágnesrudat használtam.

Oersted kísérlete minden eddigi megoldásban nélkülözte a jó megfigyelési lehetőséget. Ezt az iránytű kis mérete, továbbá az a tény, hogy a kísérletet vízszintes síkban végezzük, érthetővé is teszi. Éppen ez a két tényező az, amely az írásvetítőnél ideális feltételeket teremt.

A javasolt összeállításban a fentiek szerint felfüggesztett iránytű alá a munkafelületre egyenes vezetőt fektetünk. Ha ebben egyenáram folyik, az iránytű kitérése a vetített képen megfigyelhető. Ha az iránytű egyensúlyi helyzetéből az északi irányt meghatározzuk — a mágnesezhető alkatrészek hatása nem jelentős, ha a munkafelület üveglapjának közepén dolgozunk —, akkor ezt és az áramirányt segédfólián feltüntetve, az íránszabályt is megmutathatjuk.

Érdekes folytatás, ha a kísérlet során a vezetőben folyó áram erősségét zérusról lassan növelni kezdjük. Adott áramerősség esetén az iránytű szögelfordulása elég jól meghatározott érték. Ha az inga hosszát csökkentjük, a vezetőtől a mágnes távolabb kerül, ugyanaz a szögelfordulás nagyobb áramerősség hatására következik be.

Ezen kvalitatív megállapítások a mágneses tér szerkezetére engednek következtetni. Van azonban egy érdekes további lehetőség: saját készítésű, kalibrálható áramerősség-mérőt szerkesztettünk, amelynek még a méréshatárát is változtatni lehet. Működési elvét tekintve igen sok a rokonság például a Deprez-műszerrel, ennek kibontása akár egy tanítási órát, akár esetleg egy számonkérést is változtatossá, érdekessé tehet.

IV. Kísérletek hullámkáddal

A felületi hullámok bemutatása talán önmagában még nem is fontos, Huygens elvének demonstrálása azonban elengedhetetlen a középiskolai fizika-tanításban. A Grimsehl által javasolt módszer, a reflektált fénnel történő szemléltetés mellett, ismerünk ma már más megoldásokat is, például az NDK gyártmányú WSP 220 hullámmozgást demonstráló készülék stroboszkóp alkalmazásával és átvilágítással dolgozik. Még ezen utóbbi eszköz is viszonylag fény-szegény képet szolgáltat, és csak teljes elsötétítés mellett használható.

Az írásvetítő alkalmazása igen egyszerű módszerekkel minden eddiginél jobb képet eredményez. A hullámjelenségek demonstrálásához egy üvegládára van szükség 30 cm és 50 cm éllel, 5 cm oldalmagassággal. Az előkészület mindössze annyiból áll, hogy a ládába körülbelül 1 centiméter magasságban vizet öntünk, és azt az írásvetítő munkafelületére helyezzük. Ezután a szokásos kísérletek elvégezhetők, a terem teljes elsötétítésétől is eltekinthetünk. A felület egyszerű megzavarásával keltett néhány vonulat vizsgálata a legcélszerűbb.

A hullámjelenségek tárgyalásánál az írásvetítővel való kísérletezés azért is előnyös, mert a bemutatott jelenség tárgyalása olyan szemléltető fólia kivetítésével folytatódhat, amelyen a jelenség rajza látható. Az ilyen ábráknak a táblára való elkészítése nehézkes, hosszadalmas művelet. Pentacop—100 melegmásoló berendezéssel néhány másodperc alatt készíthető fóliamásolat könyvek, jegyzetek ábráiról, amelyek felhasználása a tanári munkát jelentős mértékben megkönnyíti.

Ha a tanítási órát írásvetítővel végzett kísérletre, fóliára másolt szemelvényekre építjük, nyilván célszerű az óravázlatot is előre, fóliára elkészíteni. Bár az iskolai tábla az oktatás nélkülözhetetlen eszköze marad továbbra is, ilyen esetekben elképzelhető, hogy használatára a tanítási órán nem kerül sor.

V. Optikai kísérletek

Az írásvetítő maga is ötletes alkalmazása a geometriai optika törvényeinek. Nemcsak a Fresnel-lencse működését célszerű megbeszélni a tanulókkal, hanem azt a folyamatot is, melynek során a fóliáról az ikerlencsés objektív éles képet hoz létre a vetítőlenszón.

* Szép és tanulságos optikai kísérlet a *párhuzamos eltolódás vizsgálata* írásvetítővel. A munkafelületet letakarjuk úgy, hogy csak egy keskeny rés legyen látható a vetített képen. Legegyszerűbb két papírlap egymás mellé fektetésével dolgozni. A résre üvegből készült téglatestet helyezünk. A képen látjuk, hogy hol fekszik a test, de a rés vonalának képe megmarad. Ha azonban az üvegtestet a réssel párhuzamos forgástengely körül a vízszinteshez képest α szögben megdöntjük, a párhuzamos eltolódás azonnal bekövetkezik. A kísérlet méréssel és a törésmutató meghatározásával is kiegészíthető.

A rés fölé *optikai rácsot* helyezve, a keletkezett rácsszínkép még elsötétítés nélkül is megfigyelhető.

A *polarizációs kísérleteket*, feszültségoptikai vizsgálatokat igen egyszerű módon végezhetjük el; polaroid lemezek segítségével nappali fényben bemutathatjuk a szokásos kísérleteket. Jó minőségű lemezek alkalmazása esetén nem ajánlatos ezeket hosszabb ideig a munkafelület üveglapján hagyni, mert az átmelegedés rontja a polározóképeséget.

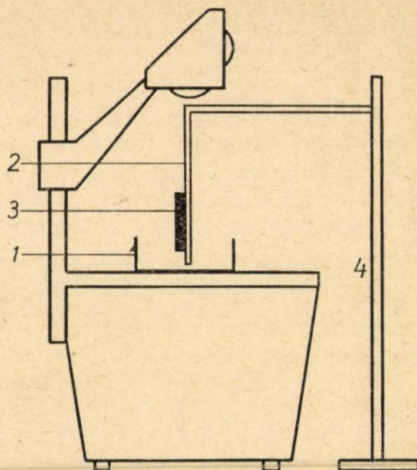
VI. Elektromosságtani kísérletek

Az írásvetítő ismert alkalmazási területe a sztatikus elektromos és mágneses erőkterek erővonalainak dipolláncsal való szemléltetése. Ezekre, továbbá az előbbieken már említett Oersted-kísérletre részletesen nem térek ki. Az ott elmondottak kiegészíthetők azzal, hogy további kölcsönhatások demonstrálásával, mint például áramjárta vezetők egymásra hatása (IV. osztályos tankönyv 151. oldal), tekercsek közötti kölcsönhatás (149. oldal 142. ábra) vagy az áramvezető mágneses térben való viselkedése (147. oldal 138. ábra) kismértékű effektusokat is láthatóvá tehetünk.

* Figyelemre méltó előnyök mutatkoznak az *elektrokémiai kísérletek* bemutatásakor. Ilyen lehetőségeket Perek Sándor már a Kémia tanárok V. Országos Konferenciáján is említett. Itt most egy speciálisan a fizika témakörébe tartozó kísérletről lesz szó, amelynek látványos bemutatása az írásvetítővel könnyen megoldható.

Az *ionsúrlódás* néven ismert kísérletet a fizika-tanárok jól ismerik. A berendezést a 1. ábra szerint célszerű összeállítani.

A kristályosító csészébe CuSO_4 -oldatot öntünk. Ezután áramkörtlétesítünk, amely a csésze elektrodjától indulva az elektroliton, avashuzal on (2) és a fémállványon (4) keresztül záródik, feszültségforrásként $4\text{ V} - 12\text{ V}$ egyenfeszültséget használunk. A vetített képen azonnal látszik, hogy a folyadék forgásba jön. A szokásos változtatások — telep polaritása, mágneses tér — után sorra kerülhet a jelenség magyarázata. Nem lényegtelen, hogy az áramkör zárásakor azonnal megfigyelhető az O_2 kiválása kis buborékok formájában.



11. ábra

Azon kísérletek köréből, amelyek az írásvetítő révén ismét az érdeklődés középpontjába kerülhetnek, feltétlenül meg kell említeni a kinetikus gázmodell tanításához kitűnően felhasználható elektrosztatikus golyós szimulátort, amelyről a Fizika Tanítása 1967. évi 6. számában Terényi Lajos és Fórián-Szabó Zoltán közöltek leírást. Feltételezhető, hogy az eszköz elterjedését pár évvel ezelőtt éppen a vetítés nehézségei akadályozták.

Befejezésül szükségesnek látszik leszögezni, hogy az írásvetítő alkalmazása nélkülözhető, ha a demonstrációs kísérletet hagyományos módon, jó hatásfokkal, sikeresen el tudjuk végezni. Ha azonban az írásvetítővel végzett kísérlet az oktatási célok elérésében egyértelműen nagyobb hatású, akkor ezen az úton célszerű haladni. Ebben a munkában ilyen lehetőségekre szerettem volna felhívni a figyelmet.

Tóth László

vezető tanár

Budapest, Fazekas M. Gyak. Ált. Iskola és Gimnázium

Felhívjuk Olvasóink figyelmét:

megjelent az 1973. évi tantervmódosítás figyelembevételével kidolgozott általános iskolai részletezett követelményrendszer. Címe: KÖVETELMÉNYRENDSZER. (Általános iskola, fizika 6—8. osztály.) Ára: 15,50 Ft. Kapható a könyvesboltokban.

KÖZLEMÉNY

Értesítjük T. Előfizetőinket, hogy az Oktatási Minisztérium döntése alapján az időszakos folyóirataink megjelenését — papírellátási nehézségekre való tekintettel — korlátoznunk kell. Emiatt 1975-ben 5 számot és 1976-tól kezdődően évenként csak 4 számot jelentetünk meg. A Posta Központi Hírlapiroda az 1975-ben elmaradó számért az előfizetési díjat az 1976-os előfizetésnél írja jóvá.

TANKÖNYVKIADÓ VÁLLALAT

Iskolánk új fizika szaktanterme

A Fizika Tanítása 1974. évi 4. számában olvastam Takács Emőke tudományos munkatárs érdekes javaslatait a fizikai szaktanterem és előkészítő berendezéséhez, technikai felszereléséhez. A cikkben sok olyan vonatkozást találtam, amelyet mi már a két éve működő fizikai előadótermünkben megvalósítottunk és használunk. Ez adta az ötletet cikkem megírásához.

Az előadótermünk hátsó falát csaknem a mennyezetig érő bepített szekrény-sorral láttuk el (1. kép). A könnyű hozzáférhetőség kedvéért ezekben helyeztük el a tanulókísérleti eszközöket, a mérési gyakorlatokon használt felszereléseket. Az egyik fülkében egy csehszlovák gyártmányú MEOCLUB 16 automatic típusú 16 mm-es hangosfilmvetítőt helyeztünk el, amely a szekrényajtó kinyitásával vetítésre kész állapotban van, összekapcsolgatásával nem kell foglalkozni (1. kép). Az automata filmbefűzés, az előre- és hátramenet, valamint állóképvetítés lehetősége miatt választottuk ezt a típust. Egyaránt vetíthetünk vele optikai és mágneshangcsíkos filmeket, távkapcsolóval is használható. Ráadásul tranzisztorizált erősítőjét külön hangerősítőként is használjuk, sőt ugyanezzel az erősítővel saját készítésű mágneshangcsíkos film házilag is hangosítható. A fülkében elhelyezett kapcsolóval a terem világítása ki- és bekapcsolható.

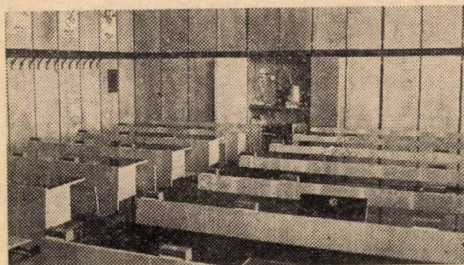
Ugyanebben a fülkében tároljuk az osztrák EUMIG MARK S 720 D típusú pergőfilmvetítőt, a csehszlovák KP 8 SUPER típusú kazettás hurokfilmvetítőt, az ASPECTOMAT J 24B típusú diavetítőt, az M 11-es magnetofont a BEAG UNISYNCHRO szinkronizátorával.

Az EUMIG-gép normál és szuper 8 mm-es méretű néma és mágneshangcsíkos tekercsfilmek előre- és hátrafelé vetítésére alkalmas, hangfelvételi és automata filmbefűzési lehetőséggel.

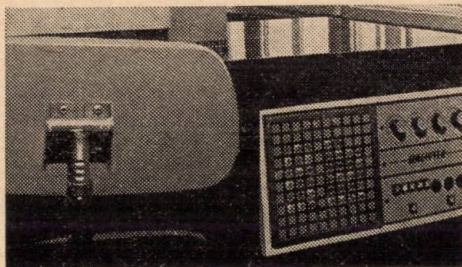
A kazettás hurokfilmvetítőt részben az amerikai EALING-cég angliai lera-katától vásárolt (a TANÉRT útján importált), részben saját készítésű filmekkel látjuk el. A Technicolor-kazettát alsó- és felső élén kicsit megcsiszoljuk, s így használható a csehszlovák géphez, melynek rendkívüli előnye viszonylag olcsó ára (kb. egynegyede az importált Technicolor-gép árának).

A diavetítőt (a szinkronizátorral is) főleg saját készítésű software-rel használjuk.

Ez utóbbi készülékeket kis méretük, hordozhatóságuk miatt nem építettük be a vetítőfülkébe. Az optimális vetítési távolságot a TANÉRT univerzális állványtalpával állítjuk be, s erre kerül a vetítőgép. A szertárban tárolt jugoszláv VEGA típusú epidiaszkópot alkalmanként toljuk görkocsin a terembe.



1. ábra



2. ábra

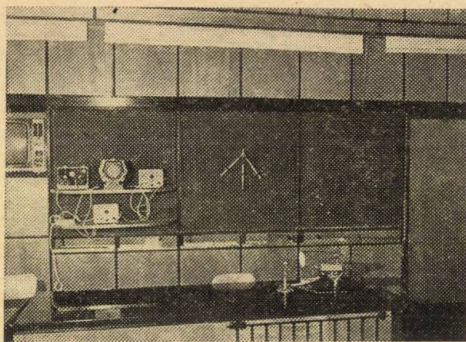
A terem 42 tanuló elhelyezésére alkalmas. (A viszonylag nagy osztálylétszámok tették szükségessé ennyi férőhely kialakítását.) A tanulói asztalok rögzítettek, tetejük fekete poliészter lakkal bevont vízszintes felület. Hat sorban, két oszlopban (3, ill. 4 ülőhellyel) nyertek elhelyezést, ülésük felhajtható. A három férőhelyes oszlopban 3—3, a másik oszlopban 2—2 egymás mellett ülő tanuló számára biztosítottunk áramellátási lehetőséget. Ez az egység a padba süllyesztve helyezkedik el, felnyitható fedéllel. A fedelek mágneses zárral záródnak, amelyek kattánása figyelemfelkeltő a tanár számára; jelzi az illetéketlen hozzányúlást.

A tanulói munkahelyekre nem egyszerre kapcsoljuk a feszültséget. A központi kapcsolótáblán (pl. címképünkön) a főkapcsoló bekapcsolása után egy kapcsoló és egy kis megszakító segítségével két egymás mögötti egységbe kapcsolhatunk feszültséget. Így a munkahelyek szeparálhatók, az üres helyeken nincs feszültség. A kívánt tetszőleges feszültséget sarus lengőkábel segítségével BOMEKÓ-ról kapcsoljuk a központi kapcsolótáblára. Az esetleges nagy áramerősségre való tekintettel háromfázisú dugaszolóvillát és -aljzatot használunk a csatlakoztatáshoz. A központi kapcsolótáblán nyert még elhelyezést a tanári kísérletekhez szükséges 3 db egyfázisú, 220 V-os, 1 db háromfázisú dugaszolóaljzat és egy védőföldelés. A táblán szintén lámpa jelzi, hogy melyik munkahely van feszültség alatt. A kapcsolótáblától minden padhoz külön-külön műanyag csőben vezettük a beton alatt a tápvezetéseket stb. (Természetesen az érvényes szabvány előírásainak megfelelően egy padhoz több cső vezet.) Így sikerült lecsökkenteni a közismert feszültségeséseket a vezetékek mentén. Egyébként is arra törekszünk, hogy tanulóink kb. páronként külön hálózatról működtethető tápegységgel dolgozhassanak. A betonpadlót és a téglából épített dobogót zöld színű, kitűnő elektromos szigetelő tulajdonságú melegpadlóval (Rezopol) vontuk be. A rezgésmentes dobogó igen előnyös pl. torziós mérlegekkel végzett kísérleteknél.

A dobogón egy nagyobb méretű tanári asztalt helyeztünk el (250 cm × 80 cm). Ezen kellékgényes kísérletek is kényelmesen összeállíthatók. Fiókjaiban tároljuk a nélkülözhetetlen apróságokat (krokodilcsipesz stb.). Az asztal alatt újabb hálózati dugaszolóaljzatokat találunk, így keresztben lógó, a szabad mozgást akadályozó vezetékek nincsenek. Itt van az a tuchel aljzat is, amelyről a vetítőgép hangerősítőjéhez egy, a már említett beton alatti csőben vezettük az árnyékolt vezetéket. Ez hangtani kísérleteknél alkalmazható igen jól. Az asztalon gázégő csatlakoztatására alkalmas gázvezeték is van.

A tanári asztal melletti asztalba építettük az NDK gyármányú Polylux-írásvetítőt nagy látószögű objektívvel (kissé az asztalba süllyesztve) és a BEAG MAGISTER típusú tantermi visszacsatoló berendezését az asztal alá építve (2. ábra). Ez utóbbi 40 tanuló munkájának ellenőrzését teszi lehetővé. A visszacsatoló kapcsolók a padok tetején vannak (1. ábra). A két tanári asztal felületnővelés céljából szükség esetén összekapcsolható.

A régi szaktantermet és a tanári előkészítőt valamikor egy Rabitz-fal választotta el egymástól. Ezt megszüntettük, s helyére egy mennyezetig erő beépített szekrény került, amelyben a központi kapcsolótábla, egy Bomeko-, egy tv-vevőkészülék, a 16 mm-es vetítőgép beépített hangszórója (vezeték szintén a padló alatt), és 3 darab 120 × 120 cm-es méretű zöld tábla van. Az egyik tábla rögzített, a másik kettő függőleges szimmetriatengelye körül forgatható. Túlso oldalán vaslemez teszi lehetővé a mágneses applikációt, de ugyanakkor 3—3 db leemelhető polc függőleges síkú demonstrációt tesz lehetővé. A kísérleti összeállítások arra az órára forgathatók be, amelyen szükségesek, s később nem zavarják a tanítást a tanulók figyelmének elvonásával. Ugyanezen a szekrény-



3. ábra



4. ábra

falon van 3 darab vetítövászón (a MOKÉP-től szereztünk kiselejtezett példányokat, és fehér Emfix-színezőpasztával lefújtuk). A vásznak leereszthetők, s rendszerint szabad táblafelületet is tudunk biztosítani (3. ábra).

A terem elsötétítését leereszthető, fekete vászonredőnyökkel oldottuk meg, a fűtőtestek fölötti fénycsapda lehetővé teszi, hogy a terem sötétkamraként is használhassuk, pl. fotografikus regisztrálás céljaira. (Polaroid fényképezőgéppel stb.) Azokat a falfelületeket, amelyeknél nincs szekrény, fával borítottuk be.

A tanulói asztalokba gáz- és vízcsapokat nem terveztünk. A hőtani kísérletekhez elektromos melegítést vagy borszeszgőket alkalmazunk. A vízellátást két központi csap biztosítja rozsdamentes lefolyóval.

A tanári előkészítőben helyeztük el a tanári szakkönyvtárt, versenyfeladat-katalógust. Itt újabb központi kapcsolótábla van, amely ennek a helyiségnek és a szertárnak biztosítja az áramellátását, a fent említettekhez hasonlóan, egy másik Bomekóval. A kollégák pihenését rádió, dohányzóasztal és fotelek biztosítják (4. ábra). A mennyezetig érő üvegezett szekrényben a kísérleti eszközöket, radioaktív preparátumokat, auditív, vizuális és audiovizuális software-t, illetve hardware-t tároljuk.

A szertár két szomszédos falát ablakok darabolják fel, így alattuk csak tanulói asztalokat helyezhettünk el. Áramellátásuk az előkészítőből történik az előadónál már ismertetett egységekkel (3×2 db), így a helyiség akár tanulói laboratóriumnak is használható. Itt a TANÉRT fémvázaz székeit használjuk.

A másik két falfelület tolóüveges, mennyezetig érő szekrényfal, alsó része nyíló ajtókkal, „angol”-fiókokkal. E szerelvényfal egyik végén barkácsszekrény található, előtte barkácsasztal, amely a tanulói asztalok folytatása. A szekrény-sor másik végén egy kétszemélyes sötétkamra létesült az AV eszközök, ismerethordozók, szakköri anyagok stb. készítésére, sokszorosítására, mérésekre. (Felszerelése: Opemus III. nagyítógép, Exakta makro-, mikro-, reproberendezés, Pentacon kéttálas előhívó berendezés: Zweibadgerät.)

A sötétkamra fölötti teret nagyméretű eszközök tárolására használjuk (állványtálpak, ingák, lejtők, tanulói mérlegek).

A szekrénybe építettük be az NDK-ból származó 0,01 g pontosságú optikai elven működő tetőtányéros gyorsmérleget (top pan balance).

A szertár bútorzatát és felszerelését még egy középen elhelyezett U alakú asztal és egy Diaflex nappali vetítőernyő egészíti ki. Az ablakok elsötétítését így elegendő volt elhúzható függönyökkel megoldanunk.

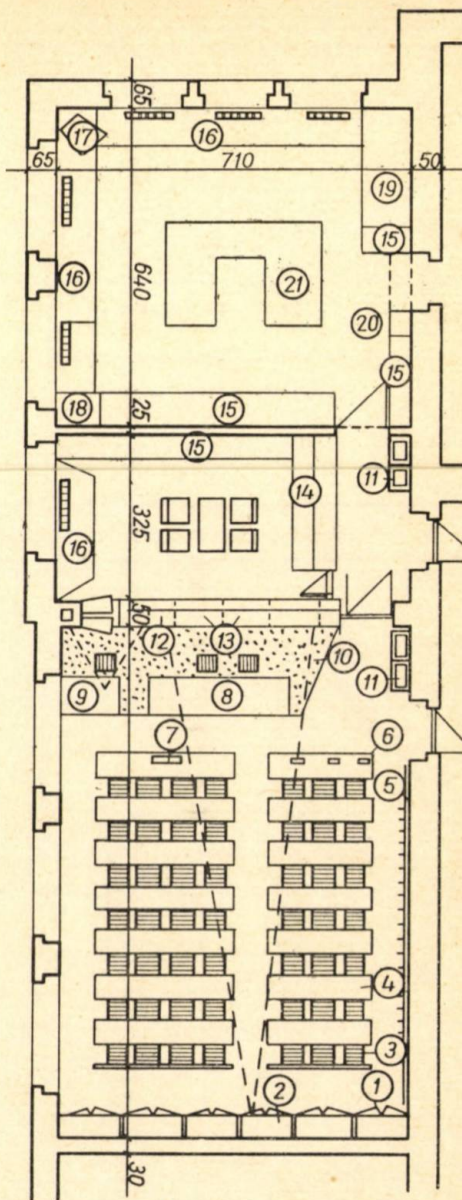
Végezetül a túloldali alaprajz talán hozzájárul a fent elmondottak jobb elképzeléséhez. Gondoltunk arra is, hogy amennyiben az osztályok száma ezt lehetővé teszi, a szertárból nyíló ajtó irányában a kabinet tovább bővíthető legyen.

Jelmagyarázat

A számok a terem, illetve a fal méreteit jelentik.

A körben levő számok a következő berendezési tárgyakat jelölik:

1. Beépített szekrény
2. Vetítőfülke
3. Felhajtható ülés
4. Tanulói asztal
5. Ruhafogas
6. A „MAGISTER” visszacsatoló berendezés jelzőgombjai
7. A padba süllyesztett csatlakozóaljzatok
8. Tanári asztal
9. Az írásvetítő és a „MAGISTER” asztala
10. Téglából épült dobogó
11. Vízcsapok
12. TV-vevőkészülék, valamint mindkét oldalon egy-egy „BOMEKO”
13. Forgatható táblák
14. Könyvtári szekrény
15. Tárolószekrények (alul nyíló ajtókkal, felül tolóüveggel)
16. Laboratóriumi asztalok
17. „DIAFLEX” vetítőernyő
18. Szerszámosszekrény, előtte barkácsasztal
19. Sötétkamra (lefolyóval)
20. Mérlegszekrény



Természetesen a fentiekben leírt komplexum még nincs készen, folyamatosan bővül (pl. a tv sokoldalúbb felhasználásának, iskolánk TPA 100li típusú számítógépének fizikán belüli alkalmazásának irányában), hazai és import oktatófilmek, ismerethordozók, kísérleti eszközök beszerzésével, a cipelést megkönnyítő, ill. kiűszöbölő görkocsik alkalmazásával (vákuumszivattyúhoz, elektrovariához stb.).

Remélem, hogy a fentiek sok kollégának adnak ötletet.

Zsúdel László

tanár

Miskolc, Földes Ferenc Gimnázium

Ajánlott szakirodalom

Budó Ágoston: Kísérleti fizika I. (Rsz.: 4292/I.) Kötve: 61,— Ft

Budó Ágoston: Kísérleti fizika II. (Rsz.: 4292/II.) Kötve: 49,— Ft

Dér—Radnai—Sós: Fizikai feladatok I. (Rsz.: 8140/I.) Fűzve: 29,50 Ft

Dér—Radnai—Sós: Fizikai feladatok II. (Rsz.: 8140/II.) Fűzve: 27,— Ft

Fizikai példatár középiskolásoknak

Párkányi László: Mechanika I. (Rsz.: 29 203/I.) Fűzve: 6,— Ft

Párkányi László: Mechanika II. (Rsz.: 29 203/II.) Fűzve: 7,— Ft

Párkányi László: Mechanika III. (Rsz.: 29 203/III.) Fűzve: 5,50 Ft

Párkányi—Tasnádi: Mechanika IV. (Rsz.: 29 203/IV.) Fűzve: 6,50 Ft

Dr. Némedi István: Asztronautika (Rsz.: 29 203/V.) Fűzve: 8,— Ft

Holics László: Elektrodinamika I. (Rsz.: 29 203/VI.) Fűzve: 7,— Ft

Kovács Mihály: Néhány kibernetikai játékgép

(Rsz.: 29 184) Fűzve: 11,50 Ft

*Dr. Lang Jánosné—dr. Diós József: Oktatási programok
a fizika tanításához I.*

(Rsz.: 52 632/I.) Fűzve: 21,— Ft

*Tihanyi Ferenc: Tanári kézikönyv a dolgozók általános
iskolája 7—8. osztályos fizika tanításához*

(Rsz.: 91 411) Fűzve: 6,50 Ft

*Dr. Varga Lajos: Tanulói kísérletezés a fizika
tanításában*

(Rsz.: 52 558) Fűzve: 18,50 Ft

Most jelent meg

*Gergely—Mezei—dr. Varga—Zátonyi: Követelmény-
rendszer Ált. isk. Fizika 6—8. o.*

(Rsz.: 91 453) Fűzve: 15,50 Ft

*Holics László: Fizikai példatár középiskolásoknak
Elektrodinamika II.*

(Rsz.: 29 203/VII.) Fűzve: 9,50 Ft

Beszerezhetők, illetve előjegyezhetők a

KÖNYVESBOLTOKBAN